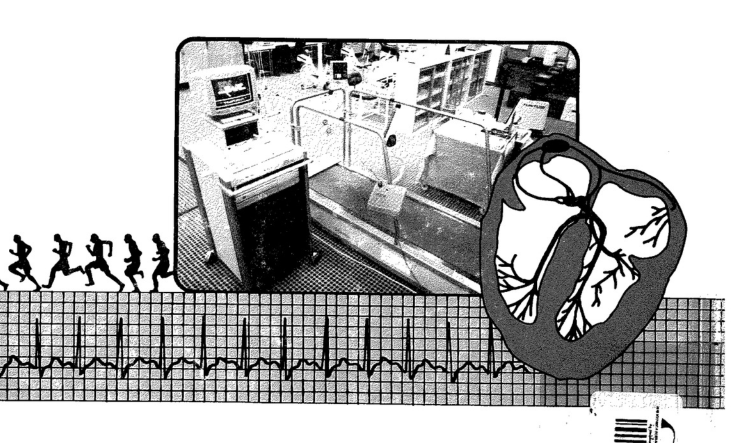
تجارب معملية في

وظائف أعضاء الجهد البدني



الدكتور هزاع بن محمد الهزاع

جامعة الملك سعود

عمادة شؤون المكتبات





تجارب معملية في
وظائف أعضاء الجهد البدني

الدكتور هـزاع بن محمد الهـزاع
الأستاذ المشـارك
والمشرف على مختبر وظائف أعضاء الجهد البدني
قسم التربية البدنية - كلية التربيـة
جامعـة الملك سعـود



الناشر: عمادة شؤون المكتبات - جامعة الملك سعود
ص. ب ٢٢٤٨٠ - الرياض ١١٤٩٥ - المملكة العربية السعودية

الطبعة الأولى ١٤١٣هـ(١٩٩٢م)

٦١٢,٠٧٦

هـ هـ ت الهزاع، هزاع بن محمد

تجارب معملية في وظائف أعضاء الجهد البدني/ هزاع بن محمد الهزاع.

١. علم وظائف الأعضاء ـ تجارب أ. العنوان.

تم تحكيم الكتاب بواسطة لجنة متخصصة شكلت بناءً على قرار المجلس العلمي في اجتماعه السابع للعام الدراسي ١٤١١/١٤١٢هـ المعقود في ٨/ ٥/ ١٤١١هـ.



مطابع جامعة الملك سعود ١٤١٣هـ

« رجـال العلـم بـدون مختبرات كالجنـود بـدون ســلاح »

لويس باستور (١٨٢٢ - ١٨٩٥)

" Without Laboratories Men of Science are Soldiers without Arms"

Louis Pasteur (1822 - 1895)

المحتويات

الصفحة

الفصل الثالث : الجهاز العصبي – العضلي – الهيكلي

الفصل الرابع : التركيب الجسمي للإنسان

مقـــدمة

إن دراسة علم وظائف أعضاء الجهد البدني (Exercise physiology) مبنية على معلومات حقيقية مشتقة من التجارب البحثية، ولهذا تعتبر التجارب المعملية جزءا لا يتجزأ من دراسة هذا العلم والتمكن منه .

وتعد التجارب العملية، حقـا، وسيلة مهمة لترسيخ العديد من المفاهيم النظـرية التي يصعب على الطالب أو الدارس استيعابها مجردة. كما أن الجانـب العملي بحد ذاته يعتبر تجربة تعليميـة مثيرة وشيقة، خاصة عنـدما يقوم الطالب بدور الفاحص مرة والمفحوص مرة أخرى .

ولقد أدركت ــ ومنذ زمن ليس بـالقصير، ومن خلال تدريسي لمقـرر وظائف أعضـاء الجهد البدني ــ مدى الحاجـة في الجزء العملي من المقرر إلى كتـاب شامل يصف التجـارب العملية التي يمكن إجـراؤها في مختبر وظـائف أعضاء الجهـد البدني ، ولقد عـزَّز إدراكي هذا إلحاح طـلابي طوال السنوات الماضيـة على ضرورة جمع المادة العلمية التي يدرسـونها في الجانب العملي من المقرر في كتاب شامل يسهل تـداوله بينهم ويجنبهم العناء من جراء تصـوير أو نسخ الجداول والمذكرات التي كنت أمدهم بها .

ولقد تم إعداد هذا الكتاب الإرشادي ليخدم المختبر المجهز وكذلك المختبر القليل التجهيز، ذلك أن الكثير من التجارب التي تضمنهـا هذا الكتاب تعتبر تجارب بسيطة وسهلـة وذات جوانب تطبيقية ويمكن القيـام بها بالحد الأدنى من الأدوات والتجهيزات . غير أن هـذا الكتاب تضـمن أيضا بعـض التجارب المتقدمـة التي تتطلب أجهزة أكثر تعقيـدا وكلفة وممـا يمكن القيام بها في المختبرات المجهـزة تجهيزا متـوسطا على الأقل خـاصة من قبـل الباحثين وطلاب الدراسات العليا .

ولقد تضمن هذا الكتاب أيضا بعض الأساس النظـري لأغراض الاختبار ومواصفات الاختبار الجيد، كما تم التطرق إلى أهداف الاختبارات الفسيولوجية وأهميتها .

ولقد وجدت من المناسب كذلك أن أعطي القارىء بعضا من الخلفية النظرية لكل تجربة قبل التطرق لإجراءاتها كلما أمكن ذلك، حتى يتسنى له ربط الأساس النظري بالجانب العملي. وقد يلاحظ القاريء أن بعض الموضوعات تم التمهيد لها بأساس نظري بصورة أكثر من غيرها، وما ذلك إلا لطبيعة تلك الموضوعات واعتقادا بأنها تستحق ذلك التمهيد.

ولا يسعني في نهاية هذه المقدمة إلا أن أقدم شكري العميق لكل الطلاب الذين قمت بتدريسهم طوال السنوات الماضية حيث كان لأسئلتهم واستفساراتهم دورٌ كبيرٌ في وصف إجراءات العديد من التجارب وتنقيحها وتوضيحها مما جعلها تظهر بصورتها النهائية. كما أود أن أتقدم بخالص الشكر والتقدير إلى جميع الزملاء بقسم التربية البدنية الذين ما برحوا يلحون علي بإخراج هذا الكتاب إلى حيز الوجود.

المؤلف

إرشادات عامة قبل البدء في إجراء التجارب

● معظم التجارب المعملية في هذا الكتاب الإرشادي تتطلب جهدا بدنيا أقصى أو قريباً من الأقصى، وعلى الرغم من أن هذا الكتاب موجه بالدرجة الأولى إلى طلاب يفترض أنهم في حالة صحية جيدة وذوي قدرة على تحمل الجهد البدني إلا أنه يستحسن في حالة وجود أي عرض مرضي مزمن، وبخاصة في الجهاز القلبي ـ الدوري، يمنع انخراط الفرد في أداء جهد بدني عنيف أن لا يشارك في تجربة تتطلب جهدا بدنيا أقصى أو قريباً من الأقصى بدون استشارة الطبيب .

● بالإضافة إلى ذلك فإنه ينصح بعدم المشاركة في التجارب في حالة إصابة الفرد بارتفاع في درجة الحرارة أو وجود التهاب في الحلق أو في الجهاز التنفسي أو عند وجود تمزق عضلي أو إصابة مفصلية، وذلك لسلامة المفحوص أولا ثم لأن الفرصة في الحصول على بيانات صحيحة في تلك الحالات تكون ضعيفة .

● حيث إن معظم التجارب تتطلب القيام بجهد بدني يؤدي في الغالب إلى التعرق وارتفاع حجم التهوية الرئوية لذا وجب التنويه إلى ضرورة أن يكون جو المختبر مريحا من ناحية درجة الحرارة والتهوية والرطوبة وأن يرتدي المفحوص زيا رياضيا مريحا وحذاءً مناسبا في جميع المحاضرات العملية .

● إن إجراء التجارب بحد ذاته ليس غاية، وإن التجربة التعليمية الناتجة عن عملية تجميع البيانات وتحليلها تكتسب أهمية بالغة في تطوير الملكة التحليلية والحس النقدي لدى الطالب، ولهذا يجب الاعتماد على النفس في تجميع البيانات وتحليلها حتى يمكن اكتساب الفائدة القصوى من التجارب المعملية .



الفصل الأول

مفاهيم أساسية

- ما هي أغراض الاختبار ؟
- ما هي مواصفات الاختبار الجيد؟
- ما هي أهداف التقويم الفسيولوجي؟

تجربة رقم ① : مقدمة في الاجراءات المعملية .

تجربة رقم ② : قياس الجهد البدني (العبء الجهدي)



ما هي أغراض الاختبـــار ؟

إن أهم الأغراض التي يرمي إليها الاختبار بصفة عامة هي :

١- التصنيف : تصنيف الأفراد حسب القابلية والاستعداد .
٢- التشخيص : تشخيص نقاط القوة أو الضعف لدى الفرد .
٣- التقويم : تقويم عملية التعليم أو التدريب .
٤- التنبؤ : التنبؤ بمدى نجاح الفرد أو تفوقه في ممارسة احدى الرياضات مثلا .
٥- التحفيز : تحفيز الفرد على إحراز تقدم من خلال معرفته بنتيجته أو بأدائه .

ما هي مواصفات الاختبار الجيد

١- يجب أن تكون المتغيرات المراد اختبـارها ذات علاقة بـالرياضة التي يمارسهـا اللاعب، حيث من غير الحكمـة إجراء بعض الاختبـارات الفسيـولوجيـة التي لا تـرتبط بصورة أو بأخـرى بأداء ذلك الـلاعب في تلك الرياضة . (مثال : قياس القوة العضلية لليدين لدى لاعب يعتمد في أدائه على القوة العضلية للفخذين) .

٢- يجب أن يكون الاختبار المراد استخدامه صادقا في قياس الصفة المراد قياسها ، فالاختبار الصادق إذن هو ما يقيس فعلا الصفة المراد قياسها .

٣- يجب أن يكون الاختبار المراد استخدامه على درجة عالية من الثبات وذلك بأن تكون نتائجه ثابتة وغير متذبذبة ويمكن تكرارها .

٤- يجب أن تكـون طـريقة إجـراء الاختبـار تحاكي إلى أكبر حـد ممكن أداء الـلاعب في تلك الريـاضـة ، فاستخـدام السير المتحرك لمعرفة التحسن في الاستهـلاك الأقصى للأكسجين لدى السباح مثـلا لا يعطي الصورة كاملة كما لو تم اختبار ذلك السباح في وضع يحاكي السباحة .

ما هي أهداف التقويم الفسيولوجي ؟

ترمي الاختبارات الفسيولوجية إلى تحقيق الأهداف التالية :

١- سوف تجعل الرياضي يتعرف على نقاط القوة والضعف لديه ، وتوضح مدى إمكاناته الفسيولوجية مع مقارنتها بالمعايير العامة .

٢- سوف توفر معلومات أولية تساعدعلى وصف التدريب المناسب، وتجعل من الممكن معرفة التحسن أو التغير الناتج عن التدريب فيما بعد .

٣- تعتبر الاختبارات في حد ذاتها وسيلة تعليمية تساعد الرياضي على فهم أفضل لحالته الوظيفية وما يحدث داخل جسمه من جراء التدريب البدني مما يجعله أكثر حرصا واهتماما بهذا التدريب .

٤- من المهم أن ندرك أيضا أن الاختبارات الفسيولوجية في حد ذاتها مجرد أداة نستخدمها لمعرفة تفاصيل أكثر عن حالة اللاعب أو الفرد المفحوص وبذلك فهي مكملة للمعلومات المتوافرة عن اللاعب من خلال أدائه في الميدان الرياضي .

تجربة رقم (١)

مقدمة في الإجراءات المعملية

- كتابة التقارير المعملية .
- قياسات أساسيـــة .
  - تسجيل العمـــر .
  - قياس الوزن والطول .
  - تحديد مساحة سطح الجســم .



كتابة التقرير المعملي

سرعان ما يكتشف الطالب أن إجراء التجربة في حد ذاته ومـن ثم تجميع البيانات أو القياسات اللازمة ما هو إلا خطوة أولى من خطوات تنفيذ التجارب المعملية . ذلك أن الخطوة التالية والتي لا تقل أهمية عن الأولى هي تحليل هذه النتائج تحليـلا موضوعيا ثم عـرضها بشكل منظم بما يتضمنه هذا العـرض من جداول ورسوم بيانيـة ، وهذا ما يسمى بكتابة التقرير المعملي ، ولقد جرت العادة على أن تتم كتابة التقرير المعملي على النحو التالي :

اسم التجربة : ويتم فيها ذكر اسم التجربة بوضوح .

الغرض من التجربة : ويتم فيها ذكر الغرض أو الهدف مـن التجربة ، وقد يكون هنالك أكثر مـن هدف للتجربة الواحدة .

الأدوات المستخدمة : ويتم فيها ذكر جميع الأدوات والأجهزة التي استخدمت في هذه التجربة بالتفصيل .

الإجـراءات : ويتم فيها شرح مفصل لخطوات التجـربة مع ذكر عدد أفـراد العينة المشاركة في التجـربة ، ويعد جـزءا مهما حيث إن الوضـوح في شرح خطوات التجـربة يجعل الآخـرين قادرين على تكـرار تلك التجربة ومن ثم مقارنة النتائج مع تجارب سابقة .

النتائج والمناقشة : ويعد هذا الجزء من أهم أجـزاء التقرير ، ويتم فيه أولا عرض النتائج كما ظهـرت في البيانات التي حصل عليها الفـاحص وتبويب وجدولـة هذه البيانات مع عمـل رسوم توضيحية للظـواهر تحت الدراسة والتطرق للعلاقات بين المتغيرات المختلفـة ، ومن ثمّ مناقشة هذه النتائج على ضوء الـدراسات السـابقـة (إن وجـدت) مع محاولة إيجاد تفسير لهذه النتـائج وربطهـا بـالإطار النظـري للظاهرة محل الدراسة .

ويستحسن أن ينتهي التقرير بقائمة بالمراجع التي قام الباحث أو الفاحص بالرجوع إليها سواء لعمل التجربة أو لشرح النتائج ومناقشتها .

ملاحظات عامة عند كتابة النتائج والمناقشة

١- قد يجد الباحث أو الطالب أن من المستحسن أن يتم فصل النتائج في جزء والمناقشة في جزء آخر أو قد يتم جمع هذين الجزءين في عنوان يشملهما جميعا ، معتمدا في ذلك على طبيعة التقرير ، مطولا كان أو مختصرا ، وعلى رغبة أستاذ المادة .

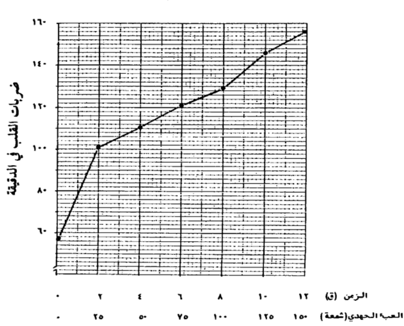
٢- يجب ألا يغفل الطالب إعطاء أرقام مستقلة للجداول المرفقة ، وإن كان التقرير يحتوي على جدول واحد فقط حتى يسهل الإشارة إليه في متن التقرير ، وتنطبق هذه الملاحظة أيضا على الرسوم أو الأشكال البيانية .

٣- يجب ألا يغفل الطالب أيضا إعطاء تعريف واضح لكل جدول أو رسم بياني يتضمنه التقرير ، ذلك أن كثيرا من الطلاب وبخاصة المبتدئين يغفلون هذه الجوانب المهمة .

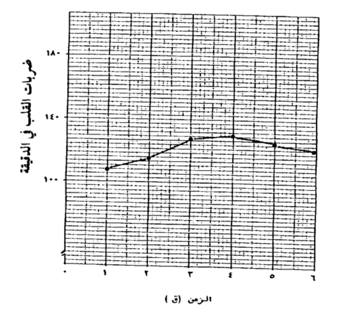
٤- في حالة وجود رسوم بيانية توضيحية ، وهي مهمة جدا وتختصر كثيرا من الشرح ، يجدر التنويه إلى أهمية كتابة التعريفات الخاصة بالشكل البياني على المحورين س و ص كما هو موضح في الشكل رقم (١-١) على سبيل المثال ، حيث يمثل محور س الزمن بالدقائق (وليس بالثواني) ويمثل محور ص ضربات القلب في الدقيقة .

٥- من المهم أن يتم عرض البيانات أو النتائج بصورة جيدة وواقعية ولهذا يجب التأكيد على حسن استخدام المسافات الممثلة للبيانات على محوري س و ص (حسن استخدام مقياس الرسم) . فعندما تكون النتائج ممثلة بيانيا على أحد المحورين (أو كليهما) بمقياس رسم صغير جدا ، تظهر النتيجة وكأنها تشير إلى عدم وجود فروق أو علاقة معينة بين المتغيرين كما هو موضح في الشكل رقم (١-٢) ، وكذلك الحال عندما تكون النتائج ممثلة بيانيا على أحد المحورين (أو كليهما) بمقياس رسم كبير جدا تظهر النتيجة مضخمة وتشير إلى وجود فروق كبيرة ، بينما هي في الواقع فروق طفيفة جدا كما هو موضح في الشكل رقم (١-٣) للبيانات الموجودة نفسها في الشكل رقم (١-٢) .

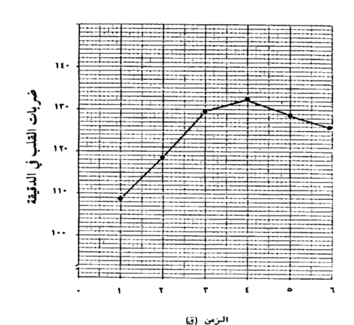
٦- من المهم جدا عندما لا تبدأ البيانات من الصفر على أحد المحورين س أو ص أن يوضع قاطع حتى يتسنى اختصار المسافات البينية بين الصفر والرقم الذي يليه .



شكل رقم (١ ـ ١): استجابة ضربات القلب لجهد بدني متدرج.



شكل رقم (١ ـ ٢): مقياس رسم غير مناسب لا يعكس التغيرات في ضربات القلب بوضوح.



شكل رقم (١ ـ ٣): نفس البيانات في شكل رقم (١ ـ ٢) ولكن بمقياس رسم مختلف.

قياسات أساسية

هناك بعض القياسات التي تعتبر أساسية في معظم (إن لم يكن جميع) التجارب المعملية ، وتلك هي قياسات العمر والوزن والطول ، ورغم سهولة عمل هذه القياسات إلا أننا رأينا أن نتناولها مفصلة نظراً لأهميتها على نتائج التجارب وخاصة الموجهة لأغراض البحث العلمي .

تسجيل العمر

تعتبر معرفة عمر المفحوص مهمة جدا لإجراءات التجربة وقلما نجد تجربة بدون الإشارة إلي أعمار المفحوصين، بل من المهم في كثير من الأحيان كتابة النتائج ومناقشتها تبعا لتغيرها أو لارتباطها مع العمر. ولهذا وجب التنويه إلى أهمية تسجيل عمر المفحوص بشكل دقيق ما أمكن وذلك باتباع أحد الأساليب التالية:

١ ـ كتابة العمر بالسنوات والكسور العشرية للسنة ، فعندما يكون عمر المفحوص ١٦ سنة وستة أشهر يتم تسجيل عمره على أنه ١٦٫٥ سنة ، وعندما يكون عمر المفحوص ١٧ سنة و ٨ أشهر يتم تسجيل عمره على أنه ١٧,٧٥ سنة وهكذا .

٢ ـ كتابة العمـر بعدد الأشهر وهذه الطريقة شبيهة بـالطريقة السابقة . فعندمـا يكون عمر المفحوص ١٠ سنوات يتم تسجيلـه على أنه ١٢٠ شهـرا، وعندما يكـون عمر المفحـوص ١٢ سنة و ٦ أشهـر يتم تسجيله ١٥٠ شهرا وهكذا ، وتستخـدم هذه الطريقة بشكل واضح في دراسات النمـو الجسمي لما لتلك الدراسات من اهتمام مباشر بتأثير النمو على المتغيرات الأخرى .

٣ ـ كتابة العمر إلى أقرب نصف سنة ، فعندما يكون العمر ٢٣ سنة و ٤ أشهر يتم تسجيله على أنه ٢٣,٥ سنة ، والذي عمره ٢٤ سنة و ١٠ أشهر فيكتب عمره على أنه ٢٥ سنة وهكذا .

٤ ـ كتابة العمر بالسنوات فقط وبذلك يتم جبر الأشهـر إذا كانت ستة أشهر أو أكثر وحذفها أذا كانت أقل من ذلك، وعليه تكون السنوات كاملة ، فالذي عمره ١٧ سنة وثلاثة أشهر يصبح ١٧ سنة ، والذي عمره ١٩ سنة وثمانية أشهر يصبح ٢٠ سنة ، وهكذا .

والجدير بالـذكر أن الطريقتين ١ و ٢ تسجلان نتائج العمـر بدقة عالية ، أمـا الطريقتين ٣ ، ٤ فتسجلان العمر لآخر نصف سنة أو سنة . ويعتقد أنه باستثناء الدراسات المتعلقة بالنمو والتي يتم فيها تسجيل العمر بدقة متناهية فبالإمكان اللجوء إلى الطريقتين ٣ و ٤ وخاصة بالنسبة لدراسة مجموعة من المفحوصين البالغين .

قياس الوزن والطول

تعتبر معرفـة وزن وطول المفحـوص إجراء مهماً في العديـد من التجارب التي تتم في مختبر وظـائف أعضاء الجهد البـدني . ذلك أن الوزن خاصة (والطـول بدرجة أقل) يعتبر عامـلا مؤثرا على كثير من القياسـات، فعند مقارنـة مجموعة من الأفـراد ببعض تنسب القياسـات الفسيولوجيـة إلى وزن الجسم لتفادي تأثير وزن الجسم على المتغير قيد الـدراسة، فمثـلا عند قيـاس الإستهلاك الأقصى لـلأكسجين أو تقديـره نحصل أولا على الاستهلاك الكلي للفرد باللتر في الدقيقة (وهذا ما يسمى بالاستهلاك المطلق) ، والمعروف أن وزن الجسم يؤثر إلى حد ما على مقدار هـذا الاستهلاك المطلق، فكلما كـان وزن الفرد كبيرا (وخـاصة عندمـا يكون هـذا الوزن عضـلات) كان الاستهـلاك المطلق كبيرا أيضا ، ولهذا من الصعـب استخدام الاستهـلاك الكلي أو المطلق عنـد مقارنـة شخصين مختلفين كثيرا في الـوزن ، ولهذا نلجأ إلى مقـارنـة الاستهـلاك الأقصـى لـلأكسجين نسبـة إلى كل كجم من وزن الجسم، أو ما يسمى بالاستهلاك النسبي والذي يعني هنـا استهلاك الأكسجين بالمليلتر في الدقيقة لكل كجم من وزن الجسم، وعليه يمكن مقارنة الأفراد ، مما يجعل لمعرفة الوزن هنا أهمية كبيرة .

وعلى الـرغم من سهولـة ويسر عمليتي قيـاس الوزن والطـول إلا أن الباحث الـرصين لا يغفلهما ، ولهذا وجب التأكيد هنا على بعض الإجراءات الاحتياطية المهمة عند أخذ قياسي الوزن والطول للأفراد :

قياس الوزن

١ ـ يجب أن يكون الميزان معايراً ويفضل أن يكون رقمياً(Digital) ليعطي القراءة بالكيلوجرام وكسوره أو على الأقل إلى أقرب نصف كيلوجرام .

٢ ـ يجب أن تتم عملية الوزن على أرض صلبة حيث إن وضع الميزان على أرض لينة كالسجاد يمتص جزءاً من الوزن.

٣ ـ يجب أن تتم عملية الوزن بأقل الملابس الممكنة وبالطبع بدون حذاء .

قياس الطول

١ ـ يتم قياس الطول إلى أقرب نصف سم أو سم على الأقل .

٢ ـ تتم عملية القياس بدون حذاء والمفحوص منتصب القامة ويراعى أن يتم الضغط على رأس المفحوص وخاصة عندما يكون الشعر كثيفا .

٣ ـ في حالة دراسات النمو البدني يجب أخذ الطول في أوقات ثابتة نظرا للتغير الطفيف في الطول على مدار اليوم .

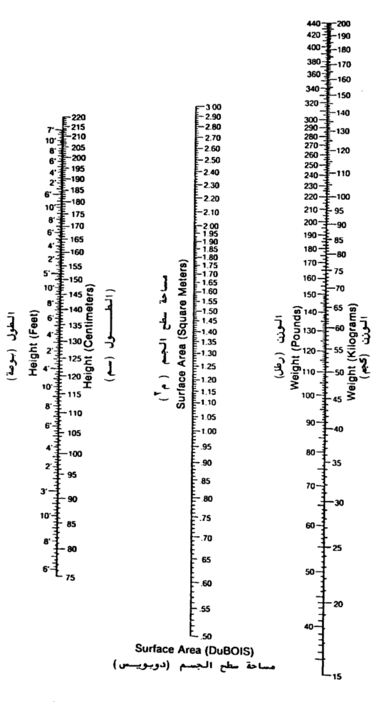
ملحوظة : عند عدم توافر مقياس للطول يمكن التعويض عن ذلك بوضع شريط لاصق مدرج على حائط أملس أو لوح قائم ويتم استخدام مسطرة توضع فوق الرأس (أفقيا) بدل عارضة القياس لتحديد الطول .

تحديد مساحة سطح الجسم(Body Surface Area)

في كثير من الأحيان نجد هنالك حاجة إلى معرفة مساحة سطح الجسم كي يتم ربط بعض المتغيرات بها ، ويمكن تعريف مساحة سطح الجسم بأنها تلك المساحة التي يشغلها الجلد . ويمكن تحديد مساحة سطح الجسم بسهولة باستخدام معادلة دوبويس(Dubois) على النحو التالي :

مساحة سطح الجسم (بالمتر المربع) = الوزن (كجم) $^{(٠,٤٢٥)}$ × الطول (سم) $^{(٠,٧٢٥)}$ × ٠,٠٠٧١٨٤

ويمكن استخدام المخطط (نوموجرام) الموجود في شكل (١-٤) للحصول على مساحة سطح الجسم مباشرة بدون استخدام المعادلة السابقة ، وذلك بإيصال خط مستقيم بين الوزن (كجم) والطول (سم) .



شكل رقم (١ - ٤): مخطط (نوبجرام) لتحديد مساحة سطح الجسم (بالمتر المربع).
(المصدر - Fox et al., 1988)



تجربة رقم (٢)

قياس الجهد البدني (العبء الجهدي)

- مقدمة
- قياس العبء الجهدي باستخدام السير المتحرك
- قياس العبء الجهدي باستخدام دراجة الجهد
- قياس العبء الجهدي باستخدام صندوق الخطوة



مقدمــة

لنتصور أننا طلبنـا من اثنين من الأفراد أداء جهدين بدنيين حيث يقوم الأول بعـدو مائة متر بأقصى سرعة لديه، ويقـوم الثاني بصعود الدرج لمبنى مكون من ٣ طـوابق، وقمنا بعمل بعض القياسات الفسيولـوجية لكلا المفحوصين أثناء أداء المجهودين المختلفين بغرض المقارنـة. فهل عملية المقارنة بينهما صحيحة ؟ وإذا كانت غير صحيحة فما هو السبب يا تُرى ؟

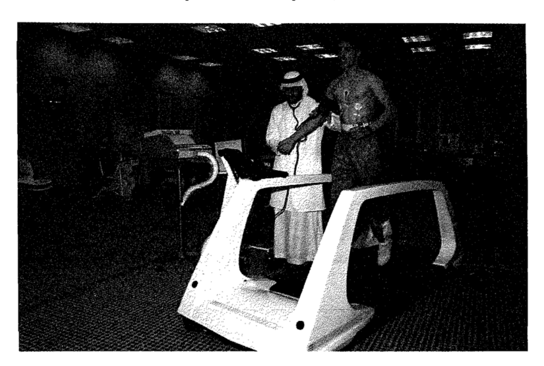
في الواقع وحتى إذا سلَّمنـا بأن اللياقـة البدنيـة لكلا الفردين متسـاوية أو متقـاربة جـدا ، فإننا لا نستطيع مقارنـة استجابة المتغيرات الفسيـولـوجية عند الأول بـالآخر بدون معـرفة تامـة للعبء الملقى على كل منهما أثناء الجهد البـدني أو ما يسمى بـالعبء الجهدي (Work Load) ، ولهذا تكمن أهمية معـرفة العبء الجهدي للفـرد عند اختبـاره وخـاصـة إذا أردنـا مقـارنته بمجمـوعـة أخـرى من الأفـراد . وعلى ذلك ، ولكي تكـون القيـاسـات الفسيولوجيـة ذات معنى أثناء الجهـد البدني يجب أن يكـــون ذلك الجهدقابـلا للقيـاس(measurable) ويمكن إعادته مرارا (repeatable) . وهنالك العـديد من الطرق التي يمكن من خـلالها تعريض المفحوص لجهـد بدني محدد ومعايير ممـا يسهل معرفة استجـابة ذلك الفرد لهذا العـبء الجهدي مقارنـة بالآخرين . وسـوف نتطرق في الواقع إلى أهم الـوسائل الشائعـة لقياس العبء الجهـدي لدى الإنسان مع التطـرق لميزات وعيوب كل طـريقة وكيفية حساب الشغل المبذول .

قياس العبء الجهدي باستخدام السير المتحرك (Treadmill)

هذا الجهـاز عبارة عن سير من الجلـد المقوى أو المطاط يـدور حول اسطـوانتين ويمكن التحكم في سرعته ومقدار ميله محاكين بذلك عمليتي المشي والجري الطبيعيتين لدى الإنسان ـ انظر إلى الشكل رقم (٢-١) .

للميـزات

١ - يحاكي المشي أو الجري وكلاهما حركتان طبيعيتان لدى الإنسان .



شكل رقم (٢-١): جهاز السير المتحرك ويبدو أحد المفحوصين أثناء جريه عليه (الصورة من مختبر وظائف أعضاء الجهد البدني- قسم التربية البدنية- جامعة الملك سعود).

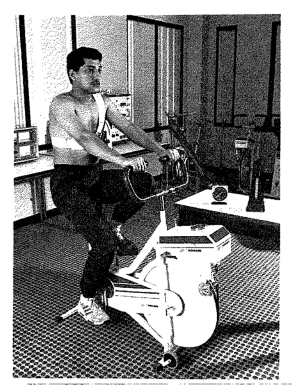
٢- يتم فيه استخدام عضلات كبرى مما يعطي مقدارا عاليا من الاستهلاك الأقصى للأكسجين .
٣- يمكن ضبط السرعة والميل .
٤- أكثر الطرق استخداما وشيوعا .

العيوب

١- مكلف وبالتالي غير متوافر في كل مكان .
٢- يحدث ضوضاءً وإزعاجاً نتيجة للتشغيل .
٣- يصعب أخذ قياسات أخرى أثناء الاختبار (مثل ضغط الدم) .
٤- يصعب حساب الشغل بدقة حيث يلعب الوزن دورا في الجهد المبذول .

قياس العبء الجهدي باستخدام دراجة الجهد (Cycle Ergometer)

وهي الدراجة الثابتة ذات العجل الدوار حيث يمكن التحكم في درجة المقاومة الناتجة عن احتكاك العجل بشريط الشد(Tension cable) . والجدير بالذكر أن هناك دراجة معدلة تستخدم لعضلات اليدين وتسمى بجهاد اليدين (Arm Ergometer) ـ انظر الشكل رقم (٢-٢) ورقم (٢-٣) .



شكل رقم (٢ - ٢): دراجة الجهد ويبدو عليها أحد المفحوصين (الصورة من مختبر وظائف أعضاء الجهد البدني - قسم التربية البدنية - جامعة الملك سعود).



شكل رقم (٢ - ٣): مجهاد اليدين، ويبدو أحد المفحوصين أثناء اختبار الجهد (الصورة من مختبر وظائف أعضاء الجهد البدني - قسم التربية البدنية - جامعة الملك سعود).

المميـزات

١- غير مكلفة نسبيا مقارنة بالسير المتحرك .

٢- يمكن عمل قياسات أخرى أثناء الاختبار لأن المفحوص شبه ثابت (الجزء الأعلى من الجسم) .

٣- يمكن معرفة الشغل بدقة حيث لا علاقة لوزن الجسم بالشغل المبذول .

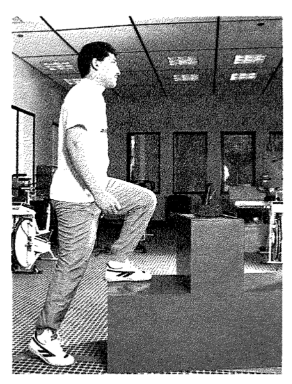
العيــوب

١- يعتبر استخدام الدراجة بشكل عام غير طبيعي للكثير من الأفراد وخاصة عند مقاومة عالية ، مما يؤدي إلى عدم قدرة الفرد على الإستمرار في الجهد نتيجة لتعب عضلات الرجلين فقط .

٢- يتم الحصول على إستهلاك أقصى للأكسجين أقل بمقدار ٧-٨٪ من السير المتحرك .

قياس العبء الجهدي باستخدام صندوق الخطوة (Step Test)

وهو صندوق مربع أو شبيه بذلك ذو أطوال معينة ويتم تعريض المفحوص للجهد البدني باستخدامه وذلك من خلال صعود المفحوص ونزوله منه مرات متكررة ـ انظر الشكل رقم (٢ ـ ٤) .



شكل رقم (٢ ـ ٤) : صندوق الخطوة ويبدو أحد المفحوصين أثناء قياس عبئه الجهدي باستخدام اختبار الخطوة (الصورة من مختبر وظائف أعضاء الجهد البدني ـ قسم التربية البدنية ـ جامعة الملك سعود) .

المميـزات

١- غير مكلف وسهل الصنع .

٢- سهل الاستخدام .

٣- يتم فيه استخدام عضلات كبرى .

العيـــوب

١- يصعب أخذ قياسات أخرى أثناء الاختبار نتيجة للحركة المستمرة للمفحوص .

٢- يصعب إجهاد الأفراد ذوي اللياقة البدنية العالية بدون اللجوء إلى معدل سريع من الخطوات (إيقاع الصعود والهبوط) .

٣- يعتمد حساب الشغل على وزن الجسم وبالتالي لا يمكن حساب الشغل بدقة حيث لا نستطيع في الواقع حساب الشغل الناتج عن الانقباض العضلي المتحرك السالب (الشغل الناتج عن النزول من على الصندوق) (Eccentric work) .

قياس الشغل

نظراً لصعوبة حساب الشغل أثناء أداء الجهد البدني بواسطة السير المتحرك فسوف نكتفي بالتطرق لكيفية حساب الشغل أثناء أداء جهدٍ بدني باستخدام اختبار الخطوة وكذلك دراجة الجهد . وجدير بالإشارة أن الشغل يساوي القوة مضروبة بالمسافة .

(١) اختبار الخطوة

الأدوات المستخدمة

● صندوق الخطوة ذو طول وعرض = ٥٠ سم وارتفاع = ٤٠ سم (ويمكن استخدام صندوق أقل ارتفاعًا مع أخذ ذلك في الاعتبار عند حساب الشغل) .

● ميقاع Metronome (وهو جهاز يحتوي بندولا يتحرك يمينا وشمالا بانتظام ويعطي صوتا ويتم التحكم في سرعة حركته) انظر الشكل رقم (٢-٥) .

● ساعة توقيت .

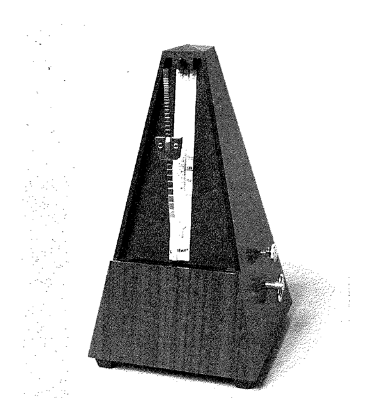
الإجراءات

١ ـ حدد وزن المفحوص إلى أقرب نصف كيلوجرام .

٢ ـ حدد ارتفاع صندوق الخطوة بالمتر (في هذه الحالة يكون ارتفاع الصندوق المستخدم ٠,٤ م) .

٣ ـ اضبط الإيقاع على ١٢٠ دقة في الدقيقة (أي أن المفحوص سيصعد فوق الصندوق ٣٠ مرة في الدقيقة) .

٤ ـ يتم صعود المفحوص على الصندوق بقدم واحدة أولا ثم بالأخرى ، ثم يبدأ بالنزول بالقدم الأولى ثم



شكل رقم (٢-٥): الميقاع (الميكانيكي) وهو جهاز يحتوي بندولا يتحرك يمينا ويسارا بانتظام معطيا صوتا، ويتم التحكم في سرعة حركته (الصورة من مختبر وظائف أعضاء الجهد البدني- قسم التربية البدنية- جامعة الملك سعود).

الأخيرة، وهكذا متزامنا مع الإيقاع في صعوده ونزوله .

٥ ـ يبدأ التوقيت عند صعود المفحوص مباشرة حتى نهاية الاختبار (لمدة محددة مثلا دقيقة أو دقيقتان أو ثلاث دقائق) .

٦ ـ يتم حساب الشغل على النحو التالي :

الشغل (كجم . م/ ق) = القوة × المسافة

= وزن الجسم (كجم) × ارتفاع الصندوق (بالمتر) × معدل الصعود في الدقيقة .

وحيث إن ارتفاع الصندوق يساوي ٤ر. م ومعدل الصعود يساوي ٣٠ مرة في الدقيقة

إذن الشغل(كجم . م/ ق) = وزن الجسم (كجم) × ٠,٤م × ٣٠ صعود/ ق

مثال : إذا كان المفحوص يزن ٧٠ كجم
الشغل = ٧٠ × ٤,٠ × ٣٠ = ٨٤٠ كجم . متر/ق

(٢) اختبار دراجة الجهـد :

الأدوات المستخدمة:

- دراجة جهد معايرة (ماركة مونارك أو شبيهه لها) .
- ميقـاع Metronome .
- ساعة توقيت .

الإجراءات

١- يتم أولا ضبط مقاومة الدراجة على الرقم المطلوب (١كجم أو ١,٥ كجم أو ٢ كجم الخ) .
٢ ـ يتم ضبط الميقـاع على ١٠٠ دقة في الدقيقة ، وبـذلك فإن المفحوص سوف يدفع بسـاقيه دواستي الدراجة ١٠٠ مرة في الدقيقة بتناسق مع الإيقاع وبالتالي يدور العجل ٥٠ دورة كاملة في الدقيقة .
٣ ـ يبدأ التـوقيت عند بـدء تحريـك العجل مباشرة ولمدة محددة (دقيقـة أو دقيقتان أو خمس دقـائق مثلا) .
٤ ـ يتم حساب الشغل على النحو التالي :

الشغل = المقاومة × المسافة
الشغل = مقاومة احتكاك العجل × ٢ط × نصف قطر العجل × عدد الدورات في الدقيقة .
ولأن عدد الدورات في الدقيقة قد تم تحديده بـ ٥٠ دورة/ ق .
ولأن ٢ط مضروبا في نصف قطر العجل للدراجة مونارك = ٦ مترات ، وعند افتراض أن المقاومة موضوعة على ١ كجم فيكون الشغل :
الشغل = ١ × ٦ × ٥٠ = ٣٠٠ كجم . متر/ق
وعند وضع المقاومة على ٢ كجم يصبح الشغل = ٦٠٠ كجم . م/ ق . . وهكذا .

ملاحظـــة : إن الشغل المبذول (أو العبء الجهدي) باستخدام دراجة مونارك يساوي كالتالي :

- عند وضع المقاومة عند ١ كجم فإن الشغـــل = ٣٠٠ كجم . م/ق أو ٥٠ شمعة .
- عند وضع المقاومة عند ١,٥ كجم فإن الشغل = ٤٥٠ كجم . م/ق أو ٧٥ شمعة .
- عند وضع المقاومة عند ٢ كجم فإن الشغـل = ٦٠٠ كجم . م/ق أو ١٠٠ شمعة .
- عند وضع المقاومة عند ٢,٥ كجم فإن الشغل = ٧٥٠ كجم . م/ق أو ١٢٥ شمعة .
- عند وضع المقاومة عند ٣ كجم فإن الشغـل = ٩٠٠ كجم . م/ق أو ١٥٠ شمعة .

الفصل الثاني

الجهاز الدوري التنفسي

تجربة رقم (٣) معدل ضربات القلب في الراحة وفي الجهد البدني.
تجربة رقم (٤) اختبار الخطوة لهارفارد.

اختبارات القدرة الهوائية
تجربة رقم (٥) تقدير الاستهلاك الأقصى للأكسجين (اختبار استراند).
تجربة رقم (٦) تقدير الاستهلاك الأقصى للأكسجين باستخدام معادلة فوكس.
تجربة رقم (٧) تقدير الاستهلاك الأقصى للأكسجين (اختبار كوينز كوليج).
تجربة رقم (٨) إمكانية الجهد البدني عند ضربات القلب ١٧٠.
تجربة رقم (٩) ضغط الدم في الراحة وفي الجهد البدني.
تجربة رقم (١٠) اختبارات الوظائف التنفسية.



تجربة رقم (٣)

معدل ضربات القلب في الراحة وفي الجهد البدني

- مقدمـــة .
- تحديد معدل ضربات القلب .
- جهاز التوصيل الكهربائي في القلب .
- الغرض من التجربة
- الأدوات المستخدمة
- إجراءات التجربة .



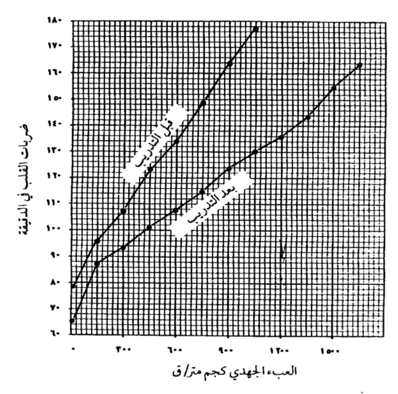
مقـــدمة

يعتبر معدل ضربـات القلب من المؤشرات التي يمكن الاستدلال بواسطتهـا على مدى شدة الجهـد البدني الملقى على الجسم . وترتفـع ضربات القلب لدى الفـرد بصورة مضطـردة عند زيادة العـبء الجهدي الملقى على الفرد حتى تصل إلى أقصى معدل لها عند الشدة القصوى . أما عندما يكون الجهد البدني دون الأقصى فالملاحظ أن ضربات القلب تـرتفع في البداية ثم تستقـر في الغالب ، إلا أن يكون الجهد البـدني قريباً من الشـدة القصوى عندها نلاحظ ارتفاعا في ضربات القلب بعد فترة الاستقرار .

والجديـر بالـذكر أن ضربـات القلب لدى الفـرد العادي (غير الـرياضي) تتراوح من ٧٠ - ٨٠ ضربـة في الدقيقـة أثناء الراحة ، ويعني ذلك أن القلب يـدفع كمية محدودة من الدم من سبعين إلى ثمانين مرة في الـدقيقة . ومن المعروف انه عندما تزداد ضربات القلب في الراحـة عن ١٠٠ ضربة في الدقيقة فإن ذلك يدعى حالة تسرع في ضربات القلب أو خفقان (tachycardia) بينما انخفاض ضربات القلب في الراحة إلى أقل من ٦٠ ضربة في الدقيقة يسمى بطء ضربـات القلب (bradycardia) . ويـؤدي التـدريب البدني المنتظم إلى انخفـاض ضربـات القلب في الراحة مقارنة بما قبل التدريب وذلك مـرده إلى تكيف فسيولوجي . ولتوضيح ذلك يجدر أن نعرف أولا أن نتاج القلب (cardiac output) أو كمية الـدم التي يضخها القلب في الدقيقـة هو حاصل ضرب حجم الـدفعة (stroke volume) (أو كمية الدم التي يضخهـا القلب في كل ضربة) في عدد ضربات القلب . ومـن المعروف أن التدريب البدني يؤدي إلى زيادة حجم الدفعة أو كمية الـدم التي يضخها القلب في كل ضربة من ضرباته ، مما يجعل القلب أكثر كفـاءة في عمله وبالتـالي يستطيع القلب تلبية الطلب على الـدم من قبل أجزاء الجسم المختلفـة بعدد أقل من ضربات القلب ، ولهذا نلاحظ أن ضربات القلب في الراحة تنخفض بعد التدريب البدني المنتظم .

يتضح إذن أن التـدريب البدني يـؤدي إلى انخفاض ضربـات القلب في الـراحة مقـارنة بما قبل التـدريب ، والملاحظ أن كثيراً من الـرياضيين يتميـزون بضربات قلب منخفضـة في الراحة وتتراوح في الغـالب بين ٥٠-٧٠ ضربة في الدقيقـة ، إلا أن هناك حالات عديـدة لرياضيين ينخفض لديهم معـدل ضربات القلب إلى ما دون ٤٠ ضربة في الدقيقة ، بل أن هنالك حالات لرياضيين ينخفض لديهم معدل ضربات القلب إلى أقل من ٣٠ ضربة في

الدقيقة حيث سجلت ضربات قلب في الراحة لمتسابقي ماراثون عند ٢٩ ضربة في الدقيقة وآخر ٢٥ ضربة في الدقيقة . كما يؤدي التدريب إلى انخفاض ضربات القلب دون القصوى مقارنة بما قبل التدريب كما يوضحه الشكل البياني رقم (٣-١) .



شكل رقم (٣ـ١): تأثير التدريب البدني على ضربات القلب .

ويصل معدل ضربات القلب القصوى إلى حوالي ٢٠٠ ضربة في الدقيقة لدى الشاب السليم في العشرين من عمره ، ويمكن معرفة ضربات القلب القصوى على وجه الدقة عن طريق قياس معدل ضربات القلب أثناء أداء جهد بدني أقصى ، غير أنه يمكن تقدير ضربات القلب القصوى تقديرا قريبا من القياس الحقيقي إذا تعذر قياس ضربات القلب القصوى بدقة ، ويمكن تقدير ضربات القلب القصوى من خلال طرح عمر الفرد من الرقم ٢٢٠ كما في المعادلة التالية :

معدل ضربات القلب القصوى = ٢٢٠ - العمر .

والجدير بالذكر أن معدل ضربات القلب القصوى ينخفض تدريجيا مع التقدم بالسن وذلك بواقع ١٠ دقات لكل عقد من الزمن بعد سن العشرين تقريبا ، على أن التدريب البدني يقلل من ذلك الانخفاض إلى حد ما .

تحديد معدل ضربات القلب

تعتمد معظم التجارب العملية في وظائف أعضاء الجهد البدني على المعرفة الدقيقة لمعدل ضربات القلب ، لذا لزم التأكيد على أهميـة التعرف على كيفية قياس ضربات القلب أو على الأقل تقديرهـا عن طريق قياس معدل النبض (pulse rate) . وتعتبر عملية قياس ضربـات القلب من القياسات السهلة والبسيطـة نسبيا ، ويتم قياس ضربات القلب بمعـدلها في الدقيقـة . وكما أن معدل ضربات القلب يستخـدم لمعرفة التغير من حـالة الـراحة إلى حالة الجهد البدني فإن معدل ضربات القلب أثناء الاسترداد(recovery) يعد مهما أيضا كمؤشر للسرعة التي يسترد فيها الفرد ضربات قلبه أثناء الراحة . ويمكن معرفة معدل ضربات القلب عن طريق أي من الوسائل التالية :

١ - السماعة الطبية

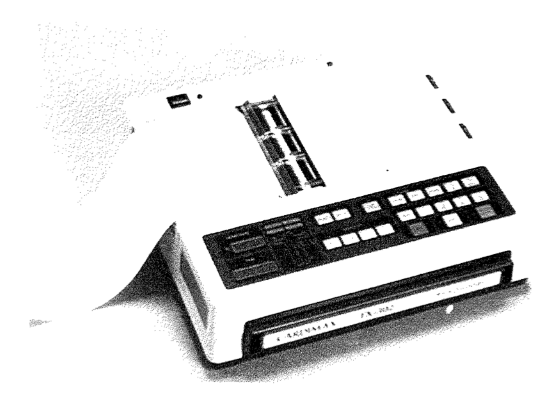
وفي هذه الطـريقة يمكننا سماع ضربات القلب مبـاشرة عن طريق السماعة الطبيـة وبالتالي معرفـة معدلها في الدقيقـة . ويعتبر أفضل موقع لسماع دقـات القلب بوضوح الفــراغ البين ـ ضلعي الثـالث في الجهة اليسرى من الصدر (3rd intercostal space) .

٢ - جهاز تخطيط القلب Electrocardiogram

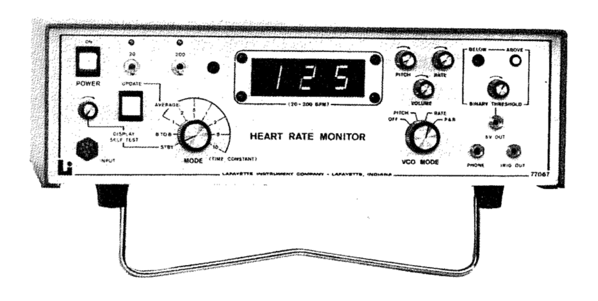
يمكن الاستدلال على معـدل ضربات القلب بـدقة عن طريق قـراءة تخطيط القلب بواسطـة جهاز تخطيط القلب (ECG) ، حيث تكمن عمليـة رسم القلب أو تخطيطه في أن القلب يصـدر مـوجات كهـربائيـة تنبعث من ضابط ايقاع القلب وهي العقدة الجيبية (sinus node) الموجـودة في الجزء العلوي من الأذين الأيمن وتنتشر هـذه الموجات بعد ذلك إلى جميع أجزاء الأذين الأيمن والأيسر حتى تصل إلى عقـدة أخرى موجودة بين الأذين الأيمن والبطين الأيمن وتسمى العقدة الأذينية البطينية (A-V node) ومنها إلى جذع هس ثم إلى ألياف بركيني ثم إلى جميع أجزاء البطين الأيمن والأيسر ، وهكـذا يتم تنبيه الأذينين أولا ثم البطينين ثانيا وتتكـرر العملية ٧٠-٨٠ مرة في الدقيقـة في الراحـة . وعند وضـع مجسات (Electrodes) في مـواقع معينـة على الصـدر يمكن التقـاط الموجـات الكهربائية الصادرة من القلب ومن ثم رسمهـا على جهاز تخطيط القلب كما هو موضح في الشكل رقم (٣-٢) . ومن معرفة المسافـة بين حركتي آر يتم تحديد معدل ضربات القلب في الدقيقة . وتـوجد الآن في الأسواق أجهزة تعمل على التقاط الموجات الكهربائية الصادرة من القلب وتحويلها رقميا على مؤشر يمكن مشاهدته مباشرة (انظر الشكل رقم ٣ ـ ٣) .

٣ـ معرفة نبض القلب

إن ضربـات القلب التي ينتج عنهـا دفع الـــدم من القلب عبر الشرايين إلى أنسجـة الجسم المختلفـة يمكن معرفتهـا إذا تحسسنا موجات الـدم المندفع عبر الشرايين حيث تكون هـذه الموجات نبضات يمكن معرفـة معدلها كمؤشر لمعدل ضربات القلب . ويتم تحسس النبض(pulse) من موقعين رئيسين هما :



شكل رقم (٣-٢): جهاز تخطيط القلب (من شركة فوكودا دنشي).

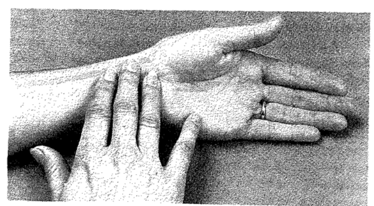


شكل رقم (٣-٣): جهاز مراقبة ضربات القلب (من شركة لافايت).

أ ـ موقـع الشريان السباتي (carotid artery) في الجهـة الجانبيـة للرقبـة تحت الصـدغ (على أي من الجانبين) ويحتاج الفاحص إلى الضغط على تلك الجهة بإصبعين أو ثلاثة حتى يشعر بالنبض .

ب ـ يمكن تحسس النبـض أيضا من موقع آخـر وهو مـوقع الشريان الكعبري (Radial artery) فوق عظم الكعبرة عنـد مفصل الرسغ واليـد ممدودة ومبسـوطة الكف إلى أعلى (أي في الجهـة الجانبية للسـاعد عنـد مفصل الرسغ واليد ممدودة ومبسوطة الكف إلى أعلى) ـ انظر الشكل رقم (٣ ـ ٤) .

ويتم معرفـة معدل النبض عن طريق قيـاس عدد مرات النبض في ١٠ ثوان مثـلا ثم ضرب الناتج في ٦ أو قياس عدد مرات النبض في ١٥ ثانية ثم ضرب الناتج في ٤ وهكذا للحصول على معدل النبض في الدقيقة .





شكل رقم (٣-٤) : يمكن تحسس نبض القلب من موقعين هما موقع الشريان الكعبري (الصورة العليا) وموقع الشريان السباتي (الصورة السفلى) . (الصورة من كتاب : *The Healthy Heart;* by A. Fisher, 1981, p. 40.) .

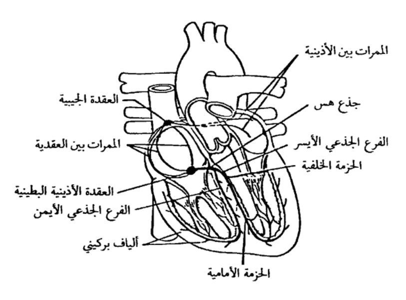
بالإضافة إلى معرفة النبض في الدقيقة عن طريق قياس عدد مرات النبض في زمن معين من الثواني يمكن معرفة معدل النبض بدقة عن طريق استخدام الجدول رقم (٣-١) . ولاستخدام ذلك الجدول الذي يوضح عمودا للزمن بالثانية وآخر لما يقابله من معدل لضربات القلب ، يلزم حساب الزمن اللازم (بالثواني) لتعداد ٢٠ نبضة بواسطة التحسس، ومن ثم تطبيق ذلك الزمن على الجدول رقم (٣-١) ومعرفة ما يقابل ذلك من ضربات القلب .

مثـــال

استغرقت عملية حساب ٢٠ نبضة زمنا قدره ١٩,٨ ثانية ، وعندما ننظر إلى ما يقابل ١٩,٨ ثانية من ضربات القلب نجدها تساوي ٦١ ضربة في الدقيقة ، وهكذا .

جهاز التوصيل الكهربائي في القلب (Conduction System of the Heart)

توجد في القلب أنسجة متخصصة ذات قدرة على توليد ونشر ذبذبات أو موجات كهربائية . هذه الأنسجة تكوّن ما يعرف بجهاز التوصيل الكهربائي في القلب . وتتكون كما هو موضح في الشكل رقم (٣-٥) من العقدة الجيبية(Sinus node) والممرات بين العقدية(Internodal Pathways) والممرات بين الأذينية وكذلك العقدة الأذينية البطينية (AV node) وجذع هس(bundle of His) والفروع الجذعية (Bundle branches) وألياف بركيني(Purkinje's fibers) .



شكل رقم (٣ - ٥): جهاز التوصيل الكهربائي في القلب.

جدول رقم (٣ـ١): تحويل الزمن اللازم لتوقيت ٢٠ ضربة من ضربات القلب إلى عدد ضربات القلب في الدقيقة.

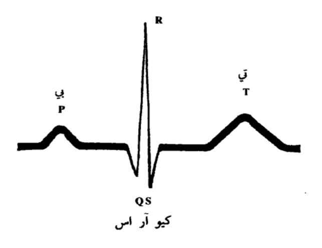
ضربات القلب	الزمن (ث)	ضربات القلب	الزمن (ث)	ضربات القلب	الزمن (ث)	ضربات القلب	الزمن (ث)
١٣٣	٩,٠	٩٥	١٢,٦	٧٤	١٦,٣	٦٠	٢٠,٠
١٣٥	٨,٩	٩٦	١٢,٥	٧٤	١٦,٢	٦٠	١٩,٩
١٣٦	٨,٨	٩٧	١٢,٤	٧٥	١٦,١	٦١	١٩,٨
١٣٨	٨,٧	٩٨	١٢,٣	٧٥	١٦,٠	٦١	١٩,٧
١٤٠	٨,٦	٩٨	١٢,٢	٧٥	١٥,٩	٦١	١٩,٦
١٤١	٨,٥	٩٩	١٢,١	٧٦	١٥,٨	٦٢	١٩,٥
١٤٣	٨,٤	١٠٠	١٢,٠	٧٦	١٥,٧	٦٢	١٩,٤
١٤٥	٨,٣	١٠١	١١,٩	٧٧	١٥,٦	٦٢	١٩,٣
١٤٦	٨,٢	١٠٢	١١,٨	٧٧	١٥,٥	٦٣	١٩,٢
١٤٨	٨,١	١٠٣	١١,٧	٧٨	١٥,٤	٦٣	١٩,١
١٥٠	٨,٠	١٠٣	١١,٦	٧٨	١٥,٣	٦٣	١٩,٠
١٥٢	٧,٩	١٠٤	١١,٥	٧٩	١٥,٢	٦٣	١٨,٩
١٥٤	٧,٨	١٠٥	١١,٤	٧٩	١٥,١	٦٤	١٨,٨
١٥٦	٧,٧	١٠٦	١١,٣	٨٠	١٥,٠	٦٤	١٨,٧
١٥٨	٧,٦	١٠٧	١١,٢	٨١	١٤,٩	٦٥	١٨,٦
١٦٠	٧,٥	١٠٨	١١,١	٨١	١٤,٨	٦٥	١٨,٥
١٦٢	٧,٤	١٠٩	١١,٠	٨٢	١٤,٧	٦٥	١٨,٤
١٦٤	٧,٣	١١٠	١٠,٩	٨٢	١٤,٦	٦٦	١٨,٣
١٦٧	٧,٢	١١١	١٠,٨	٨٣	١٤,٥	٦٦	١٨,٢
١٦٩	٧,١	١١٢	١٠,٧	٨٣	١٤,٤	٦٦	١٨,١
١٧١	٧,٠	١١٣	١٠,٦	٨٤	١٤,٣	٦٧	١٨,٠
١٧٤	٦,٩	١١٤	١٠,٥	٨٥	١٤,٢	٦٧	١٧,٩
١٧٦	٦,٨	١١٥	١٠,٤	٨٥	١٤,١	٦٧	١٧,٨
١٧٩	٦,٧	١١٦	١٠,٣	٨٦	١٤,٠	٦٨	١٧,٧
١٨٢	٦,٦	١١٧	١٠,٢	٨٦	١٣,٩	٦٨	١٧,٦
١٨٥	٦,٥	١١٨	١٠,١	٨٧	١٣,٨	٦٩	١٧,٥
١٨٨	٦,٤	١٢٠	١٠,٠	٨٨	١٣,٧	٦٩	١٧,٤
١٩٠	٦,٣	١٢١	٩,٩	٨٨	١٣,٦	٦٩	١٧,٣
١٩٤	٦,٢	١٢٢	٩,٨	٨٩	١٣,٥	٧٠	١٧,٢
١٩٧	٦,١	١٢٤	٩,٧	٨٩	١٣,٤	٧٠	١٧,١
٢٠٠	٦,٠	١٢٥	٩,٦	٩٠	١٣,٣	٧١	١٧,٠
٢٠٣	٥,٩	١٢٦	٩,٥	٩١	١٣,٢	٧١	١٦,٩
٢٠٧	٥,٨	١٢٨	٩,٤	٩٢	١٣,١	٧١	١٦,٨
٢١١	٥,٧	١٢٩	٩,٣	٩٢	١٣,٠	٧٢	١٦,٧
٢١٤	٥,٦	١٣٠	٩,٢	٩٣	١٢,٩	٧٢	١٦,٦
٢١٨	٥,٥	١٣٢	٩,١	٩٤	١٢,٨	٧٣	١٦,٥
				٩٤	١٢,٧	٧٣	١٦,٤

المصدر: عن (de Vreis, H., 1971, 138).

وكل خلية من الخلايا السابقة الـذكر لديها القدرة على إصدار الذبذبات أو الموجـات الكهربائية على حدة إذا اقتضت الضرورة ، إلا أن ضبط إيقـاع القلب في الأحوال الاعتيـادية يتم مـن قبل العقدة الجيبيـة وهي مجموعـة من الخلايا المتخصصـة تقع في الجزء العلوي مـن الأذين الأيمن بالقـرب من الوريـد الأجوف العلـوي وتصدر مـوجات كهربـائية بمعـدل ٦٠ إلى ١٠٠ مرة في الدقيقـة مما يجعلهـا تحدد إيقاع ضربات القلب في الأحـوال الاعتياديـة . أما العقدة الأذينيـة البطينية فتقع في الجزء السفلي مـن الأذين الأيمن قرب البطين الأيمن وتصـدر موجـاتها الكهربـائية بمعدل ٤٠ – ٦٠ مرة في الدقيقـة ، أما بقية أنسجة البطين فتصدر موجات كهربـائية بمعدل أبطأ من ذلك (حوالي ٣٠ في الدقيقـة) . وعلى هذا يتضح أنه في الأحوال الاعتيـادية فإن العقدة الجيبيـة تقود بقية الخلايا الأخـرى في كونها تصدر الموجـات الكهربائيـة التي تنتشر بدورها إلى جميـع أجزاء الأذينين ثم تصل إلى العقدة الأذينيـة البطينية ثم إلى جذع هـس والفروع الجذعيـة وأخيرا إلى ألياف بركينـي وبالتالي تنتشر إلى جميـع أجزاء البطينين . إن مـرور الموجات الكهربائية بأنسجة الأذينين يؤدي إلى حدوث حالة زوال إستقطاب للأذينين (وهي عملية تغير الشحنات الكهربائية داخل وخارج الخلايـا الأذينية) يتبعها حـدوث انقباض للأذينين . إن مرور الموجـات الكهربائيـة بأنسجة البطينين يؤدي إلى حـدوث حالـة زوال استقطاب للبطينين ويتبع ذلـك حدوث انقبـاض للبطينين، وهكذا تستمـر العملية فيتضح أن الحركة الميكـانيكية لعضلات القلب والتي تمثل في الـواقع ضربات القلب تبدأ من العقـدة الجيبية ، ولهذا تسمى ضابط إيقاع القلب (Heart pacemaker) .

تخطيط القلب الكهربائي (رسم القلب) (Electrocardiography)

عند وضع مجسات (Electrodes) في مواقع محددة على الصدر يمكننا التقاط الموجات الكهربائية الصادرة من القلب، ومن ثم رسمها كهربائيا فنحصل على تخطيط القلب الكهربائي (أو رسم القلب) كما هو موضح في الشكل رقم (٣ – ٦). وتمثل الحركة بي (p) زوال استقطاب الأذينين (Depolarization) وتمثل الحركة كيو آر اس (QRS) زوال



شكل رقم (٣-٦): تخطيط القلب (رسم القلب)، ويوضح الحركات التالية : حركة بي، مجموعة كيو آر اس، وحركة تي.

استقطاب البطينين. أما الحركة تي (T) فتمثل حالة عودة الاستقطاب للبطينين (Repolarization). وأما حالة عودة الاستقطاب للأذينين فقد حدثت أثناء زوال استقطاب البطينين، ولذلك فلم تظهر في الرسم لأن زوال استقطاب البطينين أقوى منها . ويمكن معرفة ضربات القلب بسهولة ودقة من خلال قراءة تخطيط القلب الكهربائي بواسطة تحليل المسافة بين مجموعة من حركات آر .

الغرض من التجربة

١ - لمعرفة معدل ضربات القلب في الراحة .

٢ - لمعرفة معدل ضربات القلب أثناء الجهد البدني .

٣ - لمعرفة سرعة استرداد ضربات القلب لحالتها الطبيعية بعد الجهد البدني .

الأدوات المستخدمة

- دراجة الجهد .
- صندوق الخطوة .
- ساعة توقيت
- ميقاع .
- جهاز لقياس ضربات القلب (عند عدم توافر الجهاز يمكن تقدير ضربات القلب من خلال تحسس النبض عن طريق الشريان السباتي وحساب الزمن اللازم لأخذ (أو عد) ٢٠ نبضة ثم الرجوع إلى الجدول رقم (٣ - ١) لمعرفة ضربات القلب في الدقيقة .

الإجــــراءات

- سيتم استخدام مجموعتين، تعمل واحدة على دراجة الجهد والأخرى على صندوق الخطوة، ثم يتم تبادل الأدوار بعد ذلك .

صندوق الخطــوة

١ ـ حدد ضربات القلب أثناء الراحة (جلوس) .

٢ - اضبط الميقاع على ١٢٠ دقة في الدقيقة .

٣- ابدأ الصعود والنزول من صندوق الخطوة بمعدل ٣٠ صعودًا في الدقيقة متمشيا مع الميقاع كالتالي (صعود قدم ثم قدم أخرى ثم هبوط قدم على الأرض ثم قدمَ أخرى وهكذا) لمدة ٣ دقائق .

٤- يتم قياس معدل ضربات القلب في نهاية كل دقيقة (في ال ١٥ ثانية الأخيرة) - يؤدي ذلك إلى توقف المفحوص قليلا حتى يتم أخذ القراءة ثم يستأنف الصعود والهبوط .

٥- في نهاية الدقائق الثلاث تقاس ضربات القلب ثم يجلس المفحوص لمدة ٥ دقائق (استرداد) يتم فيها قياس النبض في نهاية ال ١٥ ثانية من كل دقيقة من الدقائق الخمس .

٦- يتم تسجيل البيانات بعد ذلك في ورقة تسجيل البيانات في الجدول رقم (٣-٢) ورسم البيانات على ورقة الرسم البياني رقم (٣-٧) .

دراجة الجهد

١- حدد ضربات القلب أثناء الراحة بعد الجلوس على مقعد الدراجة لمدة دقيقة .

٢- اضبط الميقاع على ١٠٠ دقة في الدقيقة .

٣- ضع المقاومة على ٢ كجم ثم ابدأ في تحريك العجل بمعدل ٥٠ دورة في الدقيقة لمدة ٥ دقائق.

٤- يتم قياس النبض في نهاية كل دقيقة من الدقائق الخمس .

٥- بعد نهاية الدقائق الخمس ابق على الدراجة لمدة ٥ دقائق أخرى وتؤخذ ضربات القلب في نهاية الـ ١٥ ثانية من كل دقيقة من هذه الدقائق الخمس .

٦- يتم تسجيل البيانات على ورقة تسجيل البيانات في الجدول رقم (٣-٣) وكذلك ترسم البيانات على ورقة الرسم البياني رقم (٣-٨) .

السير المتحرك : (Treadmill)

١- يبدأ المفحوص بالجري على السير المتحرك بسرعة ١٠كم/ ساعة لمدة دقيقتين ويكون الميل صفرًا مئويًا.

٢- يتم رفع الميل بمقدار ٣٪ في نهاية الدقيقة الثانية مع تثبيت السرعة ويستمر المفحوص بالسير لمدة دقيقتين أخريين.

٣- في نهاية الدقيقة الرابعة يتم رفع الميل بمقدار ٣٪ ليصبح الميل ٦٪ ويستمر المفحوص بالسير لمدة دقيقتين أخريين.

٤- في نهاية الدقيقة السادسة يتم رفع الميل بمقدار ٣٪ ليصبح الميل ٩٪ ويستمر المفحوص بالسير لمدة دقيقتين أخريين .

٥- يتم تسجيل ضربات القلب في آخر ١٥ ثانيـة في نهاية الدقيقة الثانية ، والرابعة ، والسـادسة ، والثامنة وذلك بأن يتوقف المفحـوص قليلا ليتم أخذ ضربات القلب لـديه ثم يستأنف السير وهكذا . (في حالـة وجود جهاز لقياس ضربات القلب لا داعي للتوقف حيث يمكن قراءة ضربات القلب مباشرة من الجهاز) .

٦- بعد الدقيقة الثامنة يتوقف المفحوص عن السير ويجلس على كرسي ، ثم تؤخذ ضربات القلب لديه لمدة ٦ دقائق من فترة الاسترداد .

٧ - تسجل البيانات على ورقة تسجيل البيانات في الجدول رقم (٣ ـ ٤) وترسم البيانات أيضا على ورقة الرسم البياني رقم (٣ـ٩) .

المطلـــوب

١- حاول إيجاد العلاقة بين ضربات القلب والزمن أثنـاء الجهد البدني وكذلك بين ضربات القلب والزمن في فترة الاسترداد .

٢- على ماذا يدل الإرتفاع الكبير في ضربات القلب نتيجة لأداء المجهود عند بعض الأفراد ؟

٣- على ماذا يدل سرعة أو بطء رجوع ضربات القلب مقارنة بحالتها قبل الجهد (في فترة الاسترداد) ؟

٤- هل هنالك فروق في استجابة ضربات القلب للجهد البدني بين صندوق الخطوة ، ودراجة الجهد والسير المتحرك ؟ لماذا ؟

جدول رقم (٣ـ٢): ورقة تسجيل البيانات: استجابة ضربات القلب للجهد البدني باستخدام اختبار الخطوة.

<table dir="rtl">
<tr><th rowspan="3">الاسم</th><th rowspan="3">الشغل
كجم.م/ق</th><th colspan="9">ضربات القلب/ق</th></tr>
<tr><th rowspan="2">الراحة</th><th colspan="3">الجهد (ق)</th><th colspan="5">الاسترداد (ق)</th></tr>
<tr><th>١</th><th>٢</th><th>٣</th><th>٤</th><th>٥</th><th>٦</th><th>٧</th><th>٨</th></tr>
<tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
</table>

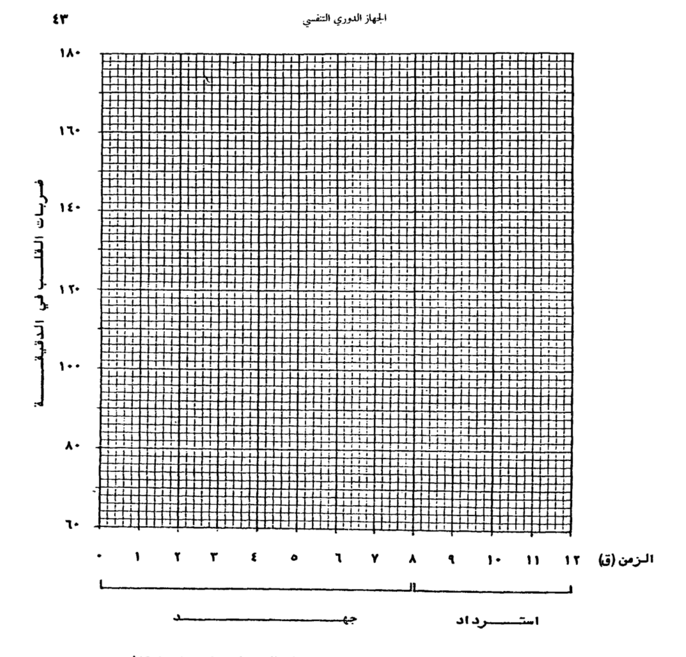




شكل رقم (٣ـ٧): ورقة الرسم البياني: استجابة ضربات القلب للجهد البدني باستخدام صندوق الخطوة.

جدول رقم (٣ـ٣): ورقة تسجيل البيانات: استجابة ضربات القلب للجهد البدني باستخدام دراجة الجهد.

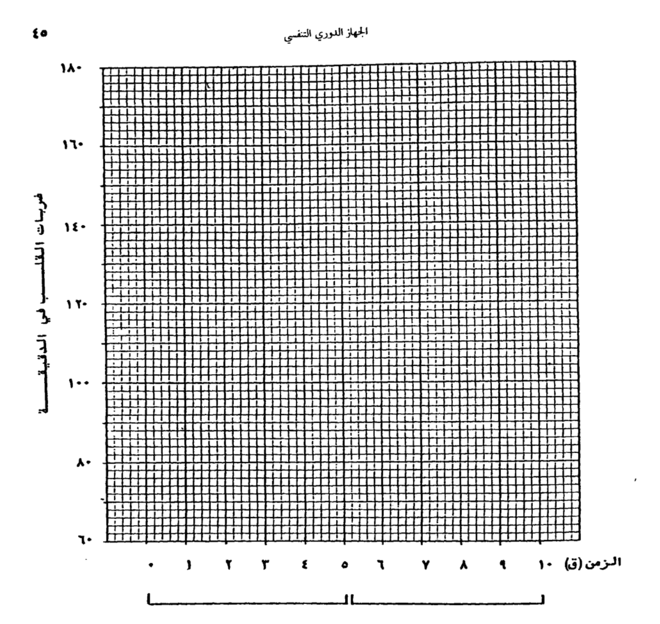
الاسم	الشغل كجم . م / ق	ضربات القلب / ق										
		الراحة	الجهد					الاسترداد				
			١	٢	٣	٤	٥	٦	٧	٨	٩	١٠



شكل رقم (٣ـ٨): ورقة الرسم البياني: استجابة ضربات القلب للجهد البدني باستخدام دراجة الجهد.

جدول رقم (٣ ـ ٤): ورقة تسجيل البيانات: استجابة ضربات القلب للجهد البدني باستخدام السير المتحرك.

الزمن (ق) / الاسم	ضربات القلب أثناء الجهد								أثناء الاسترداد					
	١	٢	٣	٤	٥	٦	٧	٨	٩	١٠	١١	١٢	١٣	١٤



شكل رقم (٣ـ٩) ورقة الرسم البياني: استجابة ضربات القلب للجهد البدنى باستخدام السير المتحرك.



تجربة رقم (٤)

اختبار الخطوة لهارفارد

- الأساس النظري
- الغرض من التجربة
- الأدوات المستخدمة
- الإجراءات



الأساس النظري

يعد اختبار الخطوة لهارفـارد من أقدم اختبارات الجهد البدني وأكثرها شيـوعا إلى وقت قريب ، وينسب هذا الاختبار إلى جامعة هارفارد الأمريكية حيث تم تطويره هناك في مختبر قياس التعب العضلي (Harvard Fatigue Lab) في عام ١٩٤٣م . وهـو اختبار شـاق نسبيا حيث يتطلب إجراؤه الصعـود والنزول من على صنـدوق الخطوة لمدة ٥ دقائق بمعدل عـال . ويتم تحديد الكفاءة البدنية من خـلال مؤشر أو معامل (Index) يأخذ في الاعتبـار مدة الجهد البدني وضربات القلب في فترة الاسترداد على النحو التالي :

$$\text{مؤشر الكفاءة البدنية} = \frac{\text{مدة الجهد البدني بالثواني} \times ١٠٠}{٢ \times \text{مجموع معدل ضربات القلب في الدقائق الثلاث الأولى من الاسترداد}}$$

والجدير بالـذكر أن مدى دقة اختبـار هارفارد مقارنـة مع القياس المباشر للاستهـلاك الأقصى للأكسجين قد تراوح من ٠,٣٥ إلى ٠,٧٧ وأما ثبات الاختبار فيصل من ٠,٦٥ إلى ٠,٩٥ .

الغرض من التجربة

قياس كفاءة الفرد البدنية وبالتالي معرفة قدرة الجهاز الدوري التنفسي لديه .

الأدوات المستخدمة

- صندوق خطوة ذو ارتفاع ٢٠ بوصة (حوالي ٥١سم) .
- ميقاع Metronome
- ساعة توقيت .
- جهاز قياس ضربات القلب (في حالة عدم توافره يمكن قياس النبض بواسطة التحسس) .

الإجراءات

١- يتم ضبط الميقاع على ١٢٠ دقة في الدقيقة (أي ٣٠ صعوداً كاملاً في كل دقيقة) .

٢- يبدأ المفحوص بالصعـود والنزول من على الصندوق متمشيا مع معدل الخطـوة لمدة ٥ دقائق متواصلة (يمكن للمفحوص إذا تعب أن يتوقف قبل بلوغ الدقائق الخمس) .

٣- في نهاية الدقيقة الخامسة (أو بعد توقفه مباشرة إذا لم يكمل خمس دقائق) يتم قياس ضربات القلب ولمدة ٣٠ ثانية على ثلاث مراحل من فترة الاسترداد كالتالي :

أ) معدل ضربات القلب بعد الدقيقة الأولى وحتى دقيقة وثلاثين ثانية .

ب) معدل ضربات القلب بعد الدقيقة الثانية وحتى دقيقتين وثلاثين ثانية .

جـ) معدل ضربات القلب بعد الدقيقة الثالثة وحتى ثلاث دقائق وثلاثين ثانية .

٤ ـ يتم تسجيل ضربـات القلب في فترة الاسترداد في ورقـة تسجيل البيـانـات في الجدول رقم (٤ – ١).

٥ ـ يتم بعد ذلك حساب مؤشر الكفاءة البدنية على النحو التالي :

$$\text{مؤشر الكفاءة البدنية} = \frac{\text{مدة الجهد البدني بالثواني} \times ١٠٠}{٢ \times \text{مجموع معدل ضربات القلب في الدقائق الثلاث الأولى من الاسترداد}}$$

٦- يمكن النظر إلى بعض المعـايير التي تم تطويرها من قبل مـاثيوز (Mathews) في جامعة أوهايـو الحكومية (Ohio State Univ.) كالتالي :

فوق ٩٠	ممتـــــاز
٨٠ – ٨٩	جيـــــد
٦٥ – ٧٩	متوســـط
٥٥ – ٦٤	دون المتوسط
أقل من ٥٥	ضعيـــف

جدول رقم (٤ ـ ١) ورقة تسجيل البيانات: اختبار الخطوة لهارفارد.

الاسم	ضربات القلب في الدقيقة		
	١ ـ ١:٣٠	٢ ـ ٢:٣٠	٣ ـ ٣:٣٠

اختبارات القدرة الهوائية
(الاستهلاك الأقصى للأكسجين $\dot{V}O_2$ max)

- مقدمة
- ماذا يعني الاستهلاك الأقصى للأكسجين
- أهمية الاستهلاك الأقصى للأكسجين
- الحدود الاعتيادية للاستهلاك الأقصى للأكسجين
- التدريب البدني والاستهلاك الأقصى للأكسجين
- العوامل المؤثرة على القدرة الهوائية القصوى
- كيفية قياس الاستهلاك الأقصى للأكسجين

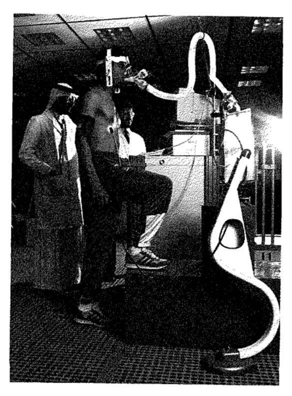


مقدمــة

يعـد تعبير الاستهلاك الأقصى لـلأكسجين (Maximal oxygen uptake) أو القـدرة الهوائيـة القصـوى (Maximal aerobic power) من أكثر التعـابير شيوعـا واستخداما في حقل وظـائف أعضاء الجهـد البدني ، بل إن قياس الاستهـلاك الأقصى للأكسجين ومعرفته أصبحا مـن الإجراءات الاعتياديـة (الروتينيـة) ضمن اختبارات التقـويم الفسيـولـوجي للـريـاضيين وللعـامة على السـواء . ولقـد أدى التطـور التقني في وسـائل الاختبـارات الفسيولوجية إلى اختصار حجم الوقت والجهـد المبذولين في عملية قياس الاستهلاك الأقصى للأكسجين ، فمن استخدام كيس دوقلاس Douglas bag (انظر الشكل رقم ٥-١) في الأربعينـات وحتى الستينات الميـلادية، إلى استخـدام أحدث الأجهـزة ذات التحكم الآلي في وقتنا الحاضر (انظـر الشكل رقم ٥-٢)، مما سـاعد في حقيقـة



شكل رقم (٥ــ١): كيس دوقلاس (Douglas bag) على ظهر أحـد المتزلجين حيث يتم تجميع هواء الزفير في الكيس مـن خلال أنبوب موصل في الفم. (C. Gilmore, *Exercise for Fitness*, 1981, p. 37).



شكل رقم (٥ـ٢): قياس الاستهلاك الأقصى للأكسجين آليا بواسطة أجهزة حديثة (الصورة من مختبر وظائف أعضاء الجهد البدني ـ قسم التربية البدنية ـ جامعة الملك سعود).

الأمر على جعل الاستهلاك الأقصى للأكسجين إجراءً ضرورياً وروتينيا في جميع البحوث والدراسات المرتبطة بالأداء البدني .

ماذا يعني الاستهلاك الأقصى للأكسجين

يمثل استهلاك الأكسجين والذي يرمز له بالرمز ($\dot{V}O_2$) حجم الأكسجين الذي تستخلصه أنسجة الجسم من هواء الشهيق عند حرارة وضغط معياريين (STPD) وعند قياس استهلاك الأكسجين للفرد أثناء أقصى جهدٍ بدني يمكنه القيام به فإننا نحصل على استهلاكه الأقصى للأكسجين ($\dot{V}O_2$ max) أو ما يسمي في بعض الأحيان بالقدرة الهوائية القصوى (Maximal Aerobic Power) والهوائية ترتبط هنا باستخدام الأكسجين .

ويعتبر الاستهلاك الأقصى للأكسجين أحسن مؤشر فسيولوجي للإمكانية الوظيفية لدى الفرد ودليلاً جيدًا على مقدار لياقته البدنية . ويمثل الاستهلاك الأقصى للأكسجين في الواقع أقصى قدرة للجسم على أخذ ونقل الأكسجين ومن ثم استخلاصه في الخلايا العاملة (العضلات) . وهو يساوي إجرائيا حاصل ضرب أقصى نتاج

للقلب (وهو كمية الدم التي يضخها القلب في الدقيقة) في أقصى فرق شرياني وريدي للأكسجين . ولتوضيح ذلك نشير إلى أن القلب يضخ في كل دقيقة كمية من الدم عبر الشرايين إلى أنسجة ا لجسم (تسمى نتاج القلب)، وبمرور هذه الكمية من الدم المحمل بالأكسجين عبر الأنسجة فإنها تقوم باستخلاص كمية من الأكسجين من هذا الدم الشرياني والذي يغادر الأنسجة (العضلات هنا) متوجها إلى القلب مرة أخرى عبر الأوردة ، والنتيجة أن هناك فرقا في كمية الأكسجين بين الدم الشرياني والدم ا لوريدي ، هذا الفرق نسميه بالفرق الشرياني الوريدي للأكسجين وهو يمثل كمية الأكسجين التي استخلصتها العضلات ، وعليه فإن :

الاستهلاك الأقصى للأكسجين = أقصى نتاج قلب × أقصى فرق شرياني وريدي للأكسجين .

أهمية الاستهلاك الأقصى للأكسجين

مما لاشك فيه أن أهمية الاستهلاك الأقصى للأكسجين كعامل محدد للتفوق الرياضي تعتمد إلى حد كبير على نوعية المسابقة التي يشارك فيها ذلك الفرد ، ففي السباقات القصيرة مثل العدو السريع (١٠٠ ، ٢٠٠م) أو سباحة ٥٠ متراً تقل أهمية الإستهلاك الأقصى للأكسجين كعامل محدد للتفوق (أي قدر عال من الاستهلاك الأقصى للأكسجين لا يرتبط بالضرورة بأداء عال في تلك المسابقة). على أن هناك من جهة أخرى ارتباطاً وثيقاً بين امتلاك الفرد لكمية عالية من الاستهلاك الأقصى للأكسجين والأداء البدني في سباقات تتطلب عنصر التحمل (كالمسافات الطويلة والماراثون وما إلى ذلك). ويوضح الجدول رقم (٥-١) مدى أهمية الإستهلاك الأقصى للأكسجين للعديد من الرياضات الشائعة.

جدول رقم (٥ ـ ١) : مدى أهمية الاستهلاك الأقصى للأكسجين للعديد من الرياضات الشائعة .
(عن : MacDougal et al.,1991)

ذو أهمية كبيرة جدا	ذو أهمية	ذو أهمية قليلة
ألعاب القوى(٤٠٠م - ماراثون) سباحة ١٠٠م - سباحة طويلة تزلج الضاحية التجديف الدراجات الرياضات التي تتطلب جهدا بدنيا مستمرا لأكثر من دقيقة	معظم الألعاب الجماعية ألعاب المضرب	القفز والرمي تنس الطاولة الرماية الغطس رياضات مشابهة

وعند تحديد القدرة الهوائية القصوى للفـرد عن طريق قياس الاستهلاك الأقصى للأكسجين بشكل دوري فإن ذلك قطعا سيساعد في الأغراض التالية :

١- معرفة مدى ملاءمة الإمكانية الهوائية لدى الرياضي للدور الذي يقوم به في رياضة ما .
٢- إلى أي مدى يجب التركيز على التدريب الهوائي لدى ذلك الرياضي ؟
٣- معرفة نوعية التدريب الهوائي الواجب تطبيقه .
٤- تأثير تدريب بدني معين على القدرة الهوائية القصوى لدى الفرد .
٥- مدى معدل التحسن الذي يحرزه اللاعب من جراء تدريب معين .
٦- ما هي الشدة المثلى التي يجب على اللاعب أن يتدرب عندها ؟
٧- تساعد المدرب واللاعب في معرفة ما إذا كان اللاعب يشكو من انخفاض في المستوى الأدائي .

الحدود الاعتيادية للاستهلاك الأقصى للأكسجين

يتم تسجيل استهلاك الأكسجين والذي يرمـز له بالرمز ($\dot{V}O_2$) ، أو الاستهلاك الأقصى لـلأكسجين والذي يرمـز له بالرمـز ($\dot{V}O_2\ max$) يتم تسجيلهما إما باللتر في الدقيقة وهـذا ما يسمي بالإستهلاك المطلق، أو بالمليلتر لكل كجم من وزن الجسم في ا لدقيقة (مل/ كجم . ق) وهذا يسمى بالاستهلاك النسبي (نسبة إلى وزن الجسم بالطبع) .

ويبلغ استهلاك الأكسجين في الراحة مقدار ٣,٥ مليلتر لكل كجم من وزن الجسم في الدقيقة . وهذا يعني أن الشـاب السليم الذي يـزن ٧٠ كجم يصل استهـلاكـه في الراحـة حـوالي ٢٥٠ مليلتراً في الدقيقـة أو ربع لتر من الأكسجين في الدقيقة . على أن هذا الرقم يرتفع بأكثر من عشرة أضعاف في الجهد البدني الأقصى ليصل في المتوسط لدى الشـاب السليم غير المتدرب إلى حوالي ٤٥ مل/ كجم . ق ، وقـد يرتفع هذا الرقـم لدى الرياضي ذي اللياقة البدنية العالية ليصل إلى ٨٠ أو ٨٥ مل/ كجم . ق . أما الاستهلاك الأقصى المطلق فقد يصل إلى حوالي ٦ لترات في الدقيقة لدى بعـض الرياضيين ذوي اللياقة البدنية العـالية والأجسام العضلية ، ومن نافلة القـول أن الرقم القياسي للاستهـلاك الأقصى للأكسجين قـد سجل من قبل أحـد الريـاضيين الإسكندنافيين في تـزلج الضاحيـة بلغ ٧,٤ لتر/ ق، حسب ما أورده العالم السويدي أستراند في أحد تقاريره العلمية .

ولكن ما الفرق بين تسجيل الاستهلاك الأقصى للأكسجين باللتر في الدقيقة أو المليلتر لكل كجم من وزن الجسم في الدقيقة ؟ في الحقيقـة يعتبر الاستهلاك الأقصى للأكسجين بالمليلتر / كجم . ق أكثـر دقة في التعبير عن إمكانيـة الفرد الهوائيـة وخاصـة في الريـاضات التي تتطلب من الفـرد حمل جسمه كما في الجري أو التـزلج . أما الاستهلاك الأقصى لـلأكسجين باللتر في الدقيقـة فهو مؤشر غير مبـاشر لحجم نتاج القلب (أو حجم كميـة الدم التي يضخها القلب في الـدقيقة) ودليل جيد على قـدرة الفرد على الأداء البدني عنـدما تكون القـدرة القصوى هي المطلـوبة كما في الـرياضـات التي لا تتطلب حمل الجسم مثل الدراجـات والتجديف وإلى درجـة أقل السباحـة ،

والجدير بالإشارة أن الرجال يمتلكون بصفة عامة استهلاكا أقصى للأكسجين أعلى من النساء ، وقد يكون سبب ذلك أن الرجال يمتلكون نسبة أعلى من العضلات مقارنة بالنساء .

التدريب البدني والاستهلاك الأقصى للأكسجين

يؤدي التدريب البدني الهوائي (التحملي) إلى ارتفاع الاستهلاك الأقصى للأكسجين لدى الأفراد مقارنة بما قبل التدريب . ويقصد بالتدريب الهوائي ذلك التدريب البدني ذا الوتيرة المستمرة والذي غالبا ما يتطلب انقباضا عضليا مستمرا لأكثر من عدة دقائق كما في الهرولة والجري المستمر أو السباحة أو الدراجات أو التزلج أو التجديف أو ما شابه ذلك . وعلى عكس التدريب الهوائي لا يؤدي التدريب اللاهوائي كما في تدريبات السرعة أو القوة العضلية إلى أي تحسن ملحوظ في الاستهلاك الأقصى للأكسجين . وتعتمد الزيادة في الاستهلاك الأقصى للأكسجين من جراء التدريب البدني التحملي أو الهوائي على عدة عوامل منها شدة التدريب وتكراره والحالة اللياقية للفرد قبل التدريب وإلى سن المتدرب أيضا . وتشير معظم الدراسات العلمية إلى أن الزيادة في الاستهلاك الأقصى للأكسجين تتراوح من ١٠ – ٢٠٪ نتيجة لبرنامج تدريبي تتراوح مدته من ٣ – ٦ أشهر ، على الرغم من أن بعض الدراسات قد سجلت زيادة كبيرة في الاستهلاك الأقصى للأكسجين من جراء تدريب بدني وصلت إلى حوالى ٤٠٪ مقارنة بما قبل التدريب .

وكما أن التدريب البدني الهوائي يؤدي إلى زيادة الاستهلاك الأقصى للأكسجين فإن الركون للراحة يؤدي إلى انخفاض قدرة الفرد الهوائية ، أو استهلاكه الأقصى للأكسجين ، ولعل الدراسة الشهيرة التي أجريت في نهاية الستينات الميلادية من قبل العالم الفسيولوجي سالتن (Saltin) ومجموعة من مشاركيه توضح لنا مقدار التأثير السلبي للاستلقاء على السرير لمدة معلومة من الوقت على الاستهلاك الأقصى للأكسجين وكذلك ما للتدريب البدني من أثر ايجابي في رفع ذلك الاستهلاك ، حيث تم اخضاع مجموعة من الأفراد إلى الراحة التامة على السرير لمدة ٢١ يوما ثم اخضعوا إلى تدريب بدني هوائي لمدة شهرين وتم قياس الاستهلاك الأقصى للأكسجين قبل وبعد الراحة ثم أثناء وبعد التدريب البدني ، ولقد تجاوز التحسن في الاستهلاك الأقصى للأكسجين من جراء التدريب البدني مقدار ٣٠٪ بعد أن انخفض كثيرا بسبب الاستلقاء على السرير .

العوامل المؤثرة على القدرة الهوائية القصوى

يتأثر مقدار الاستهلاك الأقصى للأكسجين أو القدرة الهوائية القصوى للفرد بعدة عوامل أهمها ما يلي :

١ ـ نوعية الاختبار المستخدم

حيث من المتعارف عليه أن الاختبار الذي يتم فيه استخدام مجموعة من العضلات الكبيرة أثناء الجهد البدني يعطي مقدارا أعلى للاستهلاك الأقصى للأكسجين مقارنة بالاختبار الذي تستخدم فيه مجموعة من

العضلات الأقل حجما ، حيث يؤدي استخدام السير المتحرك إلى الحصول في الغالب على مستوى أعلى للاستهلاك الأقصى للأكسجين مقارنة باستخدام الدراجة الثابتة مثلا .

٢ ـ الوراثـــة

مازال السؤال حول تأثير الوراثة على الأداء البدني يثير فضول الكثير من العلماء والمهتمين بفسيولوجيا الجهد البدني. وعلى الرغم من أن الإجابة على هذا السؤال هي خارج نطاق هذا الكتاب إلا أن لكل من الوراثة والتدريب البدني دوراً في تحديد الاستهلاك الأقصى للأكسجين لدى الفرد حيث تشير الدراسات التي أجريت على التوأم المتطابقين أن الوراثة تلعب دوراً مهماً في تحديد نسبة الاستهلاك الأقصى للأكسجين التي يستطيع الفرد تحقيقها .

٣ ـ الحالة التدريبية

من المعروف جدا أن التدريب البدني يؤدي إلى تحسين مستوى الاستهلاك الأقصى للأكسجين على الرغم من تفاوت نسبة التحسن بين فرد وآخر ، على أنه يجب الإشارة إلى أنه كلما كان الفرد في حالة لياقة عالية كان التحسن في مقدار الاستهلاك الأقصى للأكسجين من جراء تدريب بدني أكثر ضآلة .

٤ ـ الجنـــس

تشير المعدلات الاعتيادية للأفراد بأن الرجال يمتلكون في المتوسط استهلاكا أقصى للأكسجين يفوق ما تمتلكه النساء ، حيث يتراوح هذا الفرق من ١٥ – ٢٠٪ عند احتسابه بالمليلتر لكل كجم من وزن الجسم في الدقيقة . ويعتقد أن سبب ذلك يعود إلى أن النساء يمتلكن نسبة أعلى من الشحوم مقارنة بالرجال ، كما يعتقد أن مرد ذلك أيضا إلى انخفاض مستوى الهيموجلوبين لدى النساء مقارنة بالرجال حيث يقل لديهن بنسبة من ١٠ – ١٤٪ عنه لدى الرجال مما يجعل السعة الأكسيجينية أو قدرة الدم على حمل ا لأكسجين لدى الرجال أكبر منها لدى النساء .

٥ ـ التركيب الجسمي للفرد

عند حساب الاستهلاك الأقصى للأكسجين المطلق (لتر/ ق) فإن الأفراد الذين يملكون أجساما ضخمة وعضلات كبيرة سيحققون في الغالب مستوىً عاليًا من الإستهلاك الأقصى للأكسجين . ولهذا نرى في الرياضات التي تتطلب أن يحمل الفرد جسمه كما في الجري مثلا أن العبرة ليست بالاستهلاك المطلق وحده ولكن يستحسن حساب الإستهلاك الأقصى للأكسجين نسبة إلى كل كجم من وزن الجسم لأن ذلك يعتبر مؤشراً أفضل لمعرفة القدرة الهوائية القصوى للفرد .

٦ ـ العمـــــر

تصل أعلى نسبة للاستهلاك الأقصى للأكسجين لدى الفرد بين ١٨ – ٢٥ سنة ، على أن هذه النسبة تبدأ

بالتناقص التدريجي مع التقدم في السن حيث نجد أن الاستهلاك الأقصى للأكسجين للفرد عند سن ٦٠ يقل عن مستواه عند سن العشرين بنسبة تصل إلى حوالي ٣٠٪ . والجدير بالملاحظة أن التدريب البدني المنتظم يقلل من هذا التناقص التدريجي الذي يحدث مع التقدم في العمر . ويعتقد أن مرد الانخفاض في الاستهلاك الأقصى للأكسجين مع التقدم في العمر يعود جزئيا إلى الانخفاض في ضربات القلب القصوى والانخفاض في حاصل القلب الأقصى مع التقدم في العمر .

ملاحظــــة

على الرغم من معرفتنا بأن الرياضيين المتميزين في رياضات ا لتحمل سيمتلكون بلاشك استهلاكا أقصى للأكسجين يزيد على ما لدى غير المتدربين أو ما لدى الرياضيين في الرياضات غير التحملية ، على الرغم من ذلك فإنه يجب أن نشير إلى أن قياس الاستهلاك الأقصى للأكسجين لدى مجموعة من الرياضيين المتميزين في رياضات التحمل لن يعطينا القدرة التامة على التنبؤ بمن سيتفوق في سباق تحملي وليكن مثلا سباق ماراثون أو ١٠,٠٠٠ متر . ولتوضيح ذلك بمثال، نفترض أن لدينا ثلاثة متسابقين ماراثون أ ، ب ، جـ يمتلكون استهلاكا أقصى للأكسجين يساوي ٧٢ ، ٧٤ ، ٧٧ مل/ كجم . ق على التوالي . فبالرغم من أن تلك الأرقام تعد عالية نسبيا إلا أننا لا نستطيع ا لتنبؤ بالتأكيد بمن سيفوز في السباق حيث أن هناك عاملاً آخر يدخل في الحسبان وهو قدرة الفرد أو اللاعب على استخدام قدر كبير من ا ستهلاكه الأقصى للأكسجين بدون اللجوء بشكل متصاعد للطاقة اللاهوائية وبالتالي تزايد حمض اللبنيك . أي بمعنى آخر ما يسمى بمستوى العتبة اللاهوائية للفرد ، فاللاعب الذي يمتلك عتبة لاهوائية عالية سيتمكن من أداء السباق بمستوى عال بدون الدخول في العمليات اللاهوائية .

كيفية قياس الاستهلاك الأقصى للأكسجين ($\dot{V}O_2$ max)

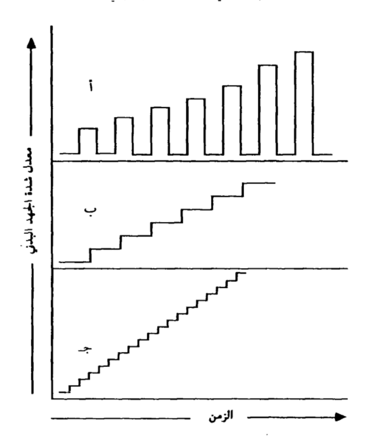
يتم تحديد الاستهلاك الأقصى للأكسجين بإحدى الطريقتين التاليتين :

١ ـ طريقة مباشرة يتم فيها قياس الاستهلاك الأقصى للأكسجين أثناء تعريض المفحوص لجهد بدني متدرج حتى التعب وتقاس نسب الغازات في هواء الزفير . ويوضح الشكل رقم (٥-٣) أكثر الأنظمة شيوعا لاختبار الجهد البدني التدرجي بغرض قياس الاستهلاك الأقصى للأكسجين .

٢- طريقة غير مباشرة يتم فيها تقدير الاستهلاك الأقصى للأكسجين باستخدام اختبارات غير مباشرة وغالبا ما تكون دون الجهد الأقصى .

الطريقة المباشرة لقياس الاستهلاك الأقصى للأكسجين

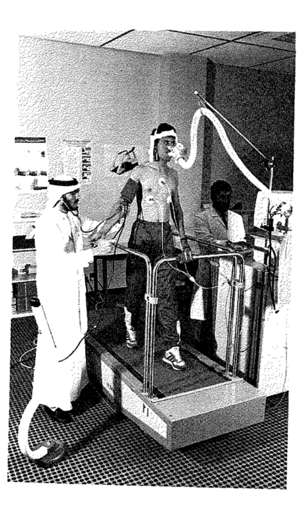
ويتم قياس الاستهلاك الأقصى للأكسجين بطريقة مباشرة ومعملية من خلال قياس التبادل الغازي (Gas Exchange) ويتطلب ذلك مختبراً مجهزاً بالأجهزة اللازمة لقياس نسبة الأكسجين وثاني أكسيد الكربون وكذلك



شكل رقم (٥ ـ ٣): يـوضح أكثر الأنظمة (بروتـوكول) شيوعا لاختبـار الجهد البدني التدرجي عند قياس الاستهلاك الأقصى للأكسجين.

مقدار التهوية الرئوية . وتتلخص الطريقة بأن يعرض المفحوص إلى بذل أقصى جهد بدني ممكن باستخدام السير المتحرك أو الـدراجة الثـابتة . ويتم خلال ذلك قيـاس أقصى استهلاك لـلأكسجين لدّيه عّن طـريق معرفـة نسبة الأكسجين وثاني أكسيـد الكربون في هـواء الزفير وكـذلك معرفة حجم هـواء الزفير في الـدقيقة ومن ذلك يمكن معـرفة الاستهـلاك الأقصى لـلأكسجين بـاللتر في الدقيقـة . ولتفصيل أكثـر بشأن المعـادلات المستخدمـة يمكن الرجوع إلى ملحق رقم (٤) .

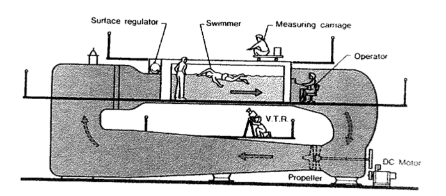
ويعتبر قياس الاستهلاك الأقصى لـلأكسجين باستخدام السير المتحرك أفضل الطرق للعامـة وللرياضيين الذين يستخدمون الجري في ريـاضتهم كما يوضحه الشكل رقم (٥-٤) . أما متسابقـو الدراجات فيتم الحصول على أقصى استهلاك لـلأكسجين لديهم عند اختبـارهم على الدراجـة الثابتة كما يـوضحـه الشكل رقم (٥-٥) ، وهكذا الحال بالنسبـة للسباحين عند اختبارهم في وضع يحاكي السباحة (انظـر الشكل رقم (٥-٦) ، ولرياضيي التجديف باستخدام جهاز يحاكي التجديف .



شكل رقم (٥ ـ ٤): قياس الاستهلاك الأقصى للأكسجين باستخدام السير المتحرك بالنسبة للرياضيين الذين يستخدمون الجري في رياضاتهم (الصورة من مختبر وظائف أعضاء الجهد البدني ـ قسم التربية البدنية ـ جامعة الملك سعود).



شكل رقم (٥ ـ ٥): أفضل قياس للاستهلاك الأقصى للأكسجين لدى متسابقي الدراجات باستخدام الدراجة الثابتة (الصورة من مختبر وظائف أعضاء الجهد البدني ـ قسم التربية البدنية ـ جامعة الملك سعود).



شكل رقم (٥ ـ ٦): قياس الاستهلاك الأقصى للأكسجين لدى السباحين باستخدام جهاز يحاكي وضع السباحة يسمى (Swimming flume)، ويتم فيه إحداث تيار مائي يقوم السباح بمقاومته (الصورة مأخوذة من كتالوج لجامعة تسكويا باليابان).

وللتأكد من أن المفحوص قد حقق المستوى الحقيقي لاستهلاكه الأقصى للأكسجين يتفق الكثير من المختصين على وجوب تحقيق الشروط التالية قبل الحكم على أن المفحوص قد وصل إلى استهلاكه الأقصى للأكسجين أثناء الإختبار التدرجي للجهد :

١ ـ أن المفحوص قد وصل إلى ضربات القلب القصوى المتوقعة لديه .

٢ ـ أن مستوى استهلاك الأكسجين أخذ في الاستقرار أو الزيادة البسيطة جدا على الرغم من زيادة الجهد البدني .

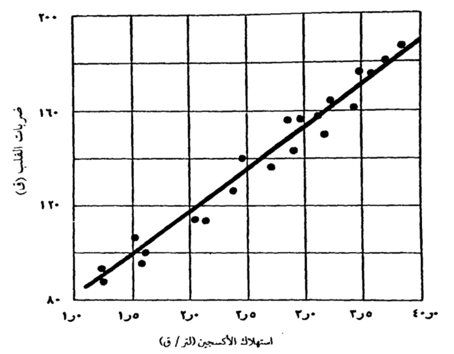
٣ ـ أن يكون معامل التبادل التنفسي (Respiratory quotient) قد تجاوز ١,١ .

٤ ـ يشترط البعض وصول حمض اللبنيك إلى مستوى أعلى من ٨ ملي مول .

الطرق غير المباشرة لتحديد الاستهلاك الأقصى للأكسجين

فضلا عن أن الطرق المعملية تتطلب مختبرا مجهزا بالأدوات اللازمة لقياس استهلاك الأكسجين فهي غير عملية عند اختبار عدد كبير من المفحوصين وعلى نطاق واسع لما يتطلبه ذلك من جهد ودقة وتكلفة أيضا ، ولهذا يكثر استخدام الطرق غير المباشرة أو الميدانية والتي يتم من خلالها تقدير وليس قياس الاستهلاك الأقصى

للأكسجين. ومعظم الاختبارات غير المباشرة لتقدير الاستهلاك الأقصى للأكسجين مبنية على افتراض أن هناك علاقة خطية بين ضربات القلب واستهلاك الأكسجين أثناء الجهد البدني المتدرج (شكل رقم ٥-٧) ، على الرغم من أن هذه العلاقة ليست دائما بالشكل الخطي المفترض وخاصة عند أداء جهد بدني في الجو الحار حيث من الممكن زيادة النبض بدون زيادة ملحوظة في استهلاك الأكسجين .



شكل رقم (٥-٧) : العلاقة بين استهلاك الأكسجين وضربات القلب أثناء الجهد البدني المتدرج .
المصدر : (Mellerowicz & Smodlaka, 1981, p. 69).

ومن أشهر الاختبارات غير المباشرة لتقدير الاستهلاك الأقصى للأكسجين اختبار العالمين الإسكندنافيين أستراند وريمنق (Astrand & Ryhming) ، ويعتبر الاختبار المستخدم سهل التطبيق وهو يعتمد أساسا من الناحية النظرية على العلاقة الوثيقة بين ضربات القلب واستهلاك الأكسجين حيث يتم تعريض المفحوص إلى جهد بدني محدد باستخدام دراجة الجهد لمدة ٦ دقائق ثم يتم قياس ضربات القلب عند استقرارها في نهاية الدقيقة السادسة ومن ثم النظر في جداول معدة مسبقا من قبل العالمين الإسكندنافيين أستراند وريمنق لتقدير الاستهلاك الأقصى للأكسجين . على أنه يجدر الإشارة إلى أن هناك احتمالا لحدوث خطأ في عملية التقدير تصل إلى ١٠٪ (أي أن الفرق بين التقرير والقياس الحقيقي فيما لو تم قد يصل إلى ١٠٪) ، وسيتم إعطاء تفاصيل أكثر لخطوات التجربة في نهاية هذا الجزء . وهناك أيضا معادلة فوكس لتقدير الاستهلاك الأقصى للأكسجين من خلال ضربات القلب دون القصوى ، وسيتم شرح خطوات التجربة أيضا في نهاية هذا الجزء .

ومن الاختبارات الشائعة وغير المباشرة والتي يتم من خلالها أيضا تقدير الاستهلاك الأقصى للأكسجين اختبار كوبر (Cooper test) وهو اختبار ميداني يتم فيه حساب المسافة التي يستطيع الفرد قطعها خلال ١٢ دقيقة من الجري المتواصل ثم النظر إلى معايير خاصة يمكن من خلالها تقدير الاستهلاك الأقصى للأكسجين بناء على المسافة المقطوعة (انظر جدول رقم ٥-٢ أ) . ويصلح هذا الاختبار في الواقع للأفراد الذين لديهم حماس واستعداد لبذل الجهد كالرياضيين بصفة عامة ، حيث ان معايير هذا الاختبار مستقاة من تجارب عديدة على مجموعة كبيرة من الجنود الأمريكيين تمت خلالها مقارنة أدائهم في ١٢ دقيقة من الجري (اختبار ميداني) بالمستوى الحقيقي للاستهلاك الأقصى للأكسجين الذي تم عمله في المختبر (اختبار مباشر) . ويوضح الجدول رقم (٥-٢ ب) بعض المعايير الممكن استخدامها لاختبار الجري لمدة ١٢ دقيقة كما أشار إليها الدكتور بيرك Burke .

جدول رقم (٥ـ٢أ) : تصنيف الأفراد حسب أدائهم لاختبار كوبر (الجري ١٢ دقيقة) (المصدر Cooper, 1980) .

الجنس	العمر (سنة)	المسافة المقطوعة بالكيلومتر			
		منخفض	مرضي	جيد	عالٍ
الرجال	١٧ـ٢٦	> ٢,١٧	٢,١٧ـ٢,٤٨	٢,٤٩ـ٢,٨٩	< ٢,٨٩
	٢٧ـ٣٩	> ٢,٠٩	٢,٠٩ـ٢,٣٢	٢,٣٣ـ٢,٥٦	< ٢,٥٦
	٤٠ـ٤٩	> ٢,٠١	٢,٠١ـ٢,٢٣	٢,٢٤ـ٢,٤٠	< ٢,٤٠
	≥ ٥٠	> ١,٧٩	١,٧٩ـ٢,٠٠	٢,٠١ـ٢,٢٥	< ٢,٢٥
النساء	١٧ـ٢٦	> ١,٨٥	١,٨٥ـ٢,٠٠	٢,٠١ـ٢,٣٣	< ٢,٣٣
	٢٧ـ٣٩	> ١,٦٩	١,٦٩ـ١,٩٢	١,٩٣ـ٢,١٧	< ٢,١٧
	٤٠ـ٤٩	> ١,٦٠	١,٦٠ـ١,٨٤	١,٨٥ـ٢,٠١	< ٢,٠١
	≥ ٥٠	> ١,٥٢	١,٥٢ـ١,٦٨	١,٦٩ـ١,٨٥	< ١,٨٥

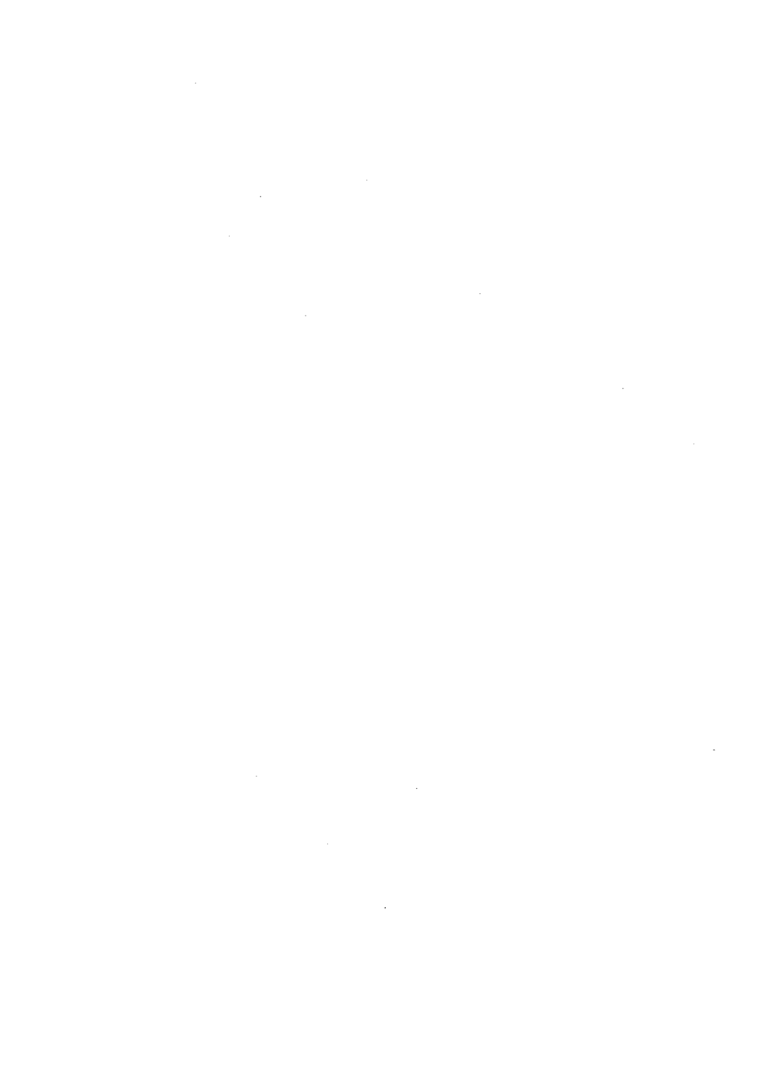
جدول رقم (٥-٢ ب) : بعض المستويات في اختبار الجري لمدة ١٢ دقيقة وما يقابلها من تقدير للاستهلاك الأقصى للأكسجين (المصدر : Burke, 1976)

	ضعيف	متوسط	جيد	ممتاز
جري ١٢ دقيقة (المسافة كم)	٢,٠	٢,٤	٢,٨	٣,٢
الاستهلاك الأقصى للأكسجين (مل/ كجم . ق) تقريبا	٣٠	٣٥-٤٥	٤٥-٥٥	٥٥-٦٥

تجربة رقم (٥)

تقدير الاستهلاك الأقصى للأكسجين عن طريق ضربات القلب (اختبار أستراند)

- مقدمة
- الغرض من التجربة
- الأدوات المستخدمة
- الإجراءات



مقدمة

عندما لا نتمكن من قياس الاستهلاك الأقصى للأكسجين بطريقة مباشرة نظرا لعدم توافر الأجهزة اللازمة لعمل القياس أو عند اختبار مجموعة كبيرة جدا من الأفراد (وخاصة ميدانيا)، فإننا نلجأ إلى الطرق غير المباشرة والتي منها هذه الطريقة، حيث نلجأ إلى تقدير الاستهلاك الأقصى للأكسجين من خلال معرفة ضربات القلب عند جهد بدني دون الأقصى مستغلين العلاقة الوثيقة بين استهلاك الأكسجين وضربات القلب كما أشرنا إلى ذلك في الجزءً السابق من الأساس النظري . ولقد قام العالم الإسكندنافي أستراند (Astrand) بدراسة مجموعة كبيرة من الأفراد وذلك بأن قام بقياس الاستهلاك الأقصى للأكسجين وأوجد العلاقة بين الاستهلاك الأقصى للأكسجين واستجابة ضربات القلب لجهد بدني دون الأقصى باستخدام أعباء جهدية تتراوح من ٣٠٠ كجم . م/ق إلى ١٥٠٠ كجم . م/ق، كما هو موضح في الجدولين رقم (٥-٣) ورقم (٥-٤) . وتتلخص فكرة التجربة بأن يتم تعريض المفحوص إلى جهد بدني محدد (وليكن ٣٠٠ كجم . م/ق أو ٦٠٠ كجم . م/ق) ثم معرفة استجابة ضربات القلب لديه في الدقيقةً الخامسة والسادسة ثم أخذ متوسطهما بحيث لا يتجاوز الفرق بينهما ٥ ضربات ، وبعد ذلك يتم النظر في أي من الجدولين (٥-٣) ، (٥-٤) لتقدير الاستهلاك الأقصى للأكسجين.

الغرض من التجربة

لتقدير الاستهلاك الأقصى للأكسجين (بطريقة غير مباشرة) بواسطة معدل ضربات القلب عند عبء جهدي دون الأقصى .

الأدوات المستخدمة

- دراجة الجهد (من نوع مونارك أو مثيل ذلك) .
- ميقاع Metronome
- جهاز قياس النبض (إذا لم يتوافر يمكن استخدام طريقة التحسس كما تم شرحها في تجربة رقم (٣) .
- ساعة توقيت .

الإجراءات

١ ـ يجلس المفحوص أولا على الدراجة ويتم اختيار الارتفاع المناسب للمقعد .

٢ ـ يتم تحديد ضربات القلب في الراحة للمفحوص بجهاز قياس النبض أو عن طريق تحسس الشريان السباتي مثلا .

٣ ـ على المفحوص البدء بعبء جهدي يساوي ٦٠٠ كجم . م/ق (١٠٠ شمعة) والاستمرار في الجهد لمدة ٦ دقائق ، وهذا يعني وضع المقاومة على ٢ كجم ، وتحريك العجل بمعدل ٥٠ دورة في الدقيقة . (بالنسبة للنساء يمكن البدء بعبء جهدي يساوي ٣٠٠ كجم . م/ق) .

٤ ـ يتم تسجيل ضربات القلب في نهاية كل دقيقة من الدقائق الست (في حالة استخدام تحسس النبض يتم حساب ضربات القلب في نهاية ال ١٥ ثانية من كل دقيقة) .

٥ ـ يستخدم متوسط ضربات القلب في الدقيقة الخامسة والسادسة كمؤشر لمعدل ضربات القلب عند ذلك العبء .

٦ ـ يجب مراعاة ألا يزيد الفرق بين ضربات القلب في الدقيقة الخامسة والسادسة عن ٥ ضربات وإلا فعلى المفحوص عدم التوقف والاستمرار في أداء الجهد البدني لدقيقة سابعة ثم حساب متوسط الدقيقتين السادسة والسابعة كمؤشر لمعدل ضربات القلب عند ذلك العبء .

٧ ـ تسجل البيانات أولا على ورقة تسجيل البيانات في الجدول رقم (٥ ـ ٣) .

٨ ـ بعد معرفة متوسط ضربات القلب عند العبء الجهدي المحدد يتم النظر في أي من الجدولين رقم (٥ ـ ٤) أو (٥ ـ ٥) لتحديد الاستهلاك الأقصى للأكسجين تحت العبء الجهدي الذي عمل عليه المفحوص .

٩ ـ يمكن بعد ذلك قسمة الاستهلاك الأقصى للأكسجين (وهو الاستهلاك المطلق أو الكلي لتر/ق) على وزن المفحوص ثم ضربه في ١٠٠٠ للحصول على الاستهلاك الأقصى بالمليلتر لكل كجم في الدقيقة (مل/كجم . ق) أو ما يسمى بالاستهلاك النسبي أي نسبة إلى الوزن وذلك على النحو التالي :

$$\frac{\text{الاستهلاك الأقصى للأكسجين باللتر} \times 1000}{\text{وزن المفحوص (كجم)}} = \text{مل/كجم . ق}$$

جدول رقم (٥ ـ ٣): ورقة تسجيل البيانات : معدل ضربات القلب عند عبء جهدي دون الأقصى.

الرقم	الاسم	العبء الجهدي	ضربات القلب / ق								الاستهلاك الأقصى للأكسجين	
		كجم.م/ق	الراحة	١	٢	٣	٤	٥	٦	متوسط ٥ + ٦	لتر/ق	مل/كجم.ق
١												
٢												
٣												
٤												
٥												
٦												
٧												
٨												
٩												
١٠												
١١												
١٢												
١٣												
١٤												
١٥												
١٦												
١٧												
١٨												
١٩												
٢٠												
٢١												

جدول رقم (٥ ـ ٤): تقدير الاستهلاك الأقصى للأكسجين من جراء معرفة استجابة ضربات القلب لعبء جهدي على الدراجة (للرجال).

ضربات القلب (ق)	استهلاك الأكسجين (لتر / ق)					ضربات القلب (ق)	استهلاك الأكسجين (لتر / ق)				
	٣٠٠ كجم م/ق	٦٠٠ كجم م/ق	٩٠٠ كجم م/ق	١٢٠٠ كجم م/ق	١٥٠٠ كجم م/ق		٣٠٠ كجم م/ق	٦٠٠ كجم م/ق	٩٠٠ كجم م/ق	١٢٠٠ كجم م/ق	١٥٠٠ كجم م/ق
١٢٠	٢,٢	٣,٥	٤,٨	–		١٤٨	–	٢,٤	٣,٢	٤,٣	٥,٤
١٢١	٢,٢	٣,٤	٤,٧	–		١٤٩	–	٢,٣	٣,٢	٤,٣	٥,٤
١٢٢	٢,٢	٣,٤	٤,٧	–		١٥٠	–	٢,٣	٣,٢	٤,٢	٥,٣
١٢٣	٢,١	٣,٤	٤,٦	–		١٥١	–	٢,٣	٣,١	٤,٢	٥,٢
١٢٤	٢,١	٣,٣	٤,٥	٦,٠		١٥٢	–	٢,٣	٣,١	٤,١	٥,٢
١٢٥	٢,٠	٣,٢	٤,٤	٥,٩		١٥٣	–	٢,٢	٣,٠	٤,١	٥,١
١٢٦	٢,٠	٣,٢	٤,٤	٥,٨		١٥٤	–	٢,٢	٣,٠	٤,٠	٥,١
١٢٧	٢,٠	٣,١	٤,٣	٥,٧		١٥٥	–	٢,٢	٣,٠	٤,٠	٥,٠
١٢٨	٢,٠	٣,١	٤,٢	٥,٦		١٥٦	–	٢,٢	٢,٩	٤,٠	٥,٠
١٢٩	١,٩	٣,٠	٤,٢	٥,٦		١٥٧	–	٢,١	٢,٩	٣,٩	٤,٩
١٣٠	١,٩	٣,٠	٤,١	٥,٥		١٥٨	–	٢,١	٢,٩	٣,٩	٤,٩
١٣١	١,٩	٢,٩	٤,٠	٥,٤		١٥٩	–	٢,١	٢,٨	٣,٨	٤,٨
١٣٢	١,٨	٢,٩	٤,٠	٥,٣		١٦٠	–	٢,١	٢,٨	٣,٨	٤,٨
١٣٣	١,٨	٢,٨	٣,٩	٥,٣		١٦١	–	٢,٠	٢,٨	٣,٧	٤,٧
١٣٤	١,٨	٢,٨	٣,٩	٥,٢		١٦٢	–	٢,٠	٢,٨	٣,٧	٤,٦
١٣٥	١,٧	٢,٨	٣,٨	٥,١		١٦٣	–	٢,٠	٢,٨	٣,٧	٤,٦
١٣٦	١,٧	٢,٧	٣,٨	٥,٠		١٦٤	–	٢,٠	٢,٧	٣,٦	٤,٥
١٣٧	١,٧	٢,٧	٣,٧	٥,٠		١٦٥	–	٢,٠	٢,٧	٣,٦	٤,٥
١٣٨	١,٦	٢,٧	٣,٧	٤,٩		١٦٦	–	١,٩	٢,٧	٣,٦	٤,٥
١٣٩	١,٦	٢,٦	٣,٦	٤,٨		١٦٧	–	١,٩	٢,٦	٣,٥	٤,٤
١٤٠	١,٦	٢,٦	٣,٦	٤,٨	٦,٠	١٦٨	–	١,٩	٢,٦	٣,٥	٤,٤
١٤١	–	٢,٦	٣,٥	٤,٧	٥,٩	١٦٩	–	١,٩	٢,٦	٣,٥	٤,٣
١٤٢	–	٢,٥	٣,٥	٤,٦	٥,٨	١٧٠	–	١,٨	٢,٦	٣,٤	٤,٣
١٤٣	–	٢,٥	٣,٤	٤,٦	٥,٧						
١٤٤	–	٢,٥	٣,٤	٤,٥	٥,٧						
١٤٥	–	٢,٤	٣,٤	٤,٥	٥,٦						
١٤٦	–	٢,٤	٣,٣	٤,٤	٥,٦						
١٤٧	–	٢,٤	٣,٣	٤,٤	٥,٥						

المصدر: (Astrand, 1965)

جدول رقم (٥ ـ ٥): تقدير الاستهلاك الأقصى للأكسجين من جراء معرفة استجابة ضربات القلب لعبء جهدي على الدراجة (للنساء).

ضربات القلب	استهلاك الأكسجين (لتر / ق)					ضربات القلب	استهلاك الأكسجين (لتر / ق)				
(ق)	٣٠٠ كجم م/ق	٤٥٠ كجم م/ق	٦٠٠ كجم م/ق	٧٥٠ كجم م/ق	٩٠٠ كجم م/ق	(ق)	٣٠٠ كجم م/ق	٤٥٠ كجم م/ق	٦٠٠ كجم م/ق	٧٥٠ كجم م/ق	٩٠٠ كجم م/ق
١٢٠	٢,٦	٣,٤	٤,١	٤,٨	ـ	١٤٨	١,٦	٢,١	٢,٦	٣,١	٣,٦
١٢١	٢,٥	٣,٣	٤,٠	٤,٨	ـ	١٤٩	ـ	٢,١	٢,٦	٣,٠	٣,٥
١٢٢	٢,٥	٣,٢	٣,٩	٤,٧	ـ	١٥٠	ـ	٢,٠	٢,٥	٣,٠	٣,٥
١٢٣	٢,٤	٣,١	٣,٩	٤,٦	ـ	١٥١	ـ	٢,٠	٢,٥	٣,٠	٣,٥
١٢٤	٢,٤	٣,١	٣,٨	٤,٥	ـ	١٥٢	ـ	٢,٠	٢,٥	٢,٩	٣,٤
١٢٥	٢,٣	٣,٠	٣,٧	٤,٤	ـ	١٥٣	ـ	٢,٠	٢,٤	٢,٩	٣,٣
١٢٦	٢,٣	٣,٠	٣,٦	٤,٣	ـ	١٥٤	ـ	٢,٠	٢,٤	٢,٨	٣,٣
١٢٧	٢,٢	٢,٩	٣,٥	٤,٢	ـ	١٥٥	ـ	١,٩	٢,٤	٢,٨	٣,٢
١٢٨	٢,٢	٢,٨	٣,٥	٤,٢	٤,٨	١٥٦	ـ	١,٩	٢,٣	٢,٨	٣,٢
١٢٩	٢,٢	٢,٨	٣,٤	٤,١	٤,٨	١٥٧	ـ	١,٩	٢,٣	٢,٧	٣,٢
١٣٠	٢,١	٢,٧	٣,٤	٤,٠	٤,٧	١٥٨	ـ	١,٨	٢,٣	٢,٧	٣,١
١٣١	٢,١	٢,٧	٣,٤	٤,٠	٤,٦	١٥٩	ـ	١,٨	٢,٢	٢,٧	٣,١
١٣٢	٢,٠	٢,٧	٣,٣	٣,٩	٤,٥	١٦٠	ـ	١,٨	٢,٢	٢,٦	٣,٠
١٣٣	٢,٠	٢,٦	٣,٢	٣,٨	٤,٤	١٦١	ـ	١,٨	٢,٢	٢,٦	٣,٠
١٣٤	٢,٠	٢,٦	٣,٢	٣,٨	٤,٤	١٦٢	ـ	١,٨	٢,٢	٢,٦	٣,٠
١٣٥	٢,٠	٢,٦	٣,١	٣,٧	٤,٣	١٦٣	ـ	١,٧	٢,٢	٢,٦	٢,٩
١٣٦	١,٩	٢,٥	٣,١	٣,٦	٤,٢	١٦٤	ـ	١,٧	٢,١	٢,٥	٢,٩
١٣٧	١,٩	٢,٥	٣,٠	٣,٦	٤,٢	١٦٥	ـ	١,٧	٢,١	٢,٥	٢,٩
١٣٨	١,٨	٢,٤	٣,٠	٣,٥	٤,١	١٦٦	ـ	١,٧	٢,١	٢,٥	٢,٨
١٣٩	١,٨	٢,٤	٢,٩	٣,٥	٤,٠	١٦٧	ـ	١,٦	٢,١	٢,٤	٢,٨
١٤٠	١,٨	٢,٤	٢,٨	٣,٤	٤,٠	١٦٨	ـ	١,٦	٢,٠	٢,٤	٢,٨
١٤١	١,٨	٢,٣	٢,٨	٣,٤	٣,٩	١٦٩	ـ	١,٦	٢,٠	٢,٤	٢,٨
١٤٢	١,٧	٢,٣	٢,٨	٣,٣	٣,٩	١٧٠	ـ	١,٦	٢,٠	٢,٤	٢,٧
١٤٣	١,٧	٢,٢	٢,٧	٣,٣	٣,٨						
١٤٤	١,٧	٢,٢	٢,٧	٣,٢	٣,٨						
١٤٥	١,٦	٢,٢	٢,٧	٣,٢	٣,٧						
١٤٦	١,٦	٢,٢	٢,٦	٣,٢	٣,٧						
١٤٧	١,٦	٢,١	٢,٦	٣,١	٣,٦						

(المصدر: انظر إلى المصدر في جدول (٥ ـ ٤))

١٠ ـ هل هناك علاقة بين الاستهلاك المطلق (لتر/ ق) والاستهلاك النسبي (مل/ كجم . ق) للأكسجين؟ وأيهما أفضل للتعبير عن قدرة الفرد الهوائية ؟

١١ ـ يمكن النظر في الجدول رقم (٥-٦) وتصنيف قدرتك الهوائية حسب التصنيف المرفق .

جدول رقم (٥ ـ ٦) : تصنيف اللياقة البدنية بالجنس والعمر بناءا على معايير الاستهلاك الأقصى للأكسجين .

العمر بالسنوات	الاستهلاك الأقصى للأكسجين باللتر في الدقيقة وكذلك بالمليلتر / كجم . ق				
	منخفض	دون المتوسط	متوسط	جيد	عالٍ
الرجال					
٢٠ـ٢٩	≤٢,٧٩ ٣٨	٢,٨٠ـ٣,٠٩ ٣٩ـ٤٣	٣,١٠ـ٣,٦٩ ٤٤ـ٥١	٣,٧٠ـ٣,٩٩ ٥٢ـ٥٦	≥ ٤,٠٠ ٥٧
٣٠ـ٣٩	≤٢,٤٩ ٣٤	٢,٥٠ـ٢,٧٩ ٣٥ـ٣٩	٢,٨٠ـ٣,٣٩ ٤٠ـ٤٧	٣,٤٠ـ٣,٦٩ ٤٨ـ٥١	≥ ٣,٧٠ ٥٢
٤٠ـ٤٩	≤٢,١٩ ٣٠	٢,٢٠ـ٢,٤٩ ٣١ـ٣٥	٢,٥٠ـ٣,٠٩ ٣٦ـ٤٣	٣,١٠ـ٣,٣٩ ٤٤ـ٤٧	≥ ٣,٤٠ ٤٤
٥٠ـ٥٩	≤١,٨٩ ٢٥	١,٩٠ـ٢,١٩ ٢٦ـ٣١	٢,٢٠ـ٢,٧٩ ٣٢ـ٣٩	٢,٨٠ـ٣,٠٩ ٤٠ـ٤٣	≥ ٣,١٠ ٤٤
٦٠ـ٦٩	≤١,٥٩ ٢١	١,٦٠ـ١,٨٩ ٢٢ـ٢٦	١,٩٠ـ٢,٤٩ ٢٧ـ٣٥	٢,٥٠ـ٢,٧٩ ٣٦ـ٣٩	≥ ٢,٨٠ ٤٠
النساء					
٢٠ـ٢٩	≤١,٦٩ ٢٨	١,٧٠ـ١,٩٩ ٢٩ـ٣٤	٢,٠٠ـ٢,٤٩ ٣٥ـ٤٣	٢,٥٠ـ٢,٧٩ ٤٤ـ٤٨	≥ ٢,٨٠ ٤٩
٣٠ـ٣٩	≤١,٥٩ ٢٧	١,٦٠ـ١,٨٩ ٢٨ـ٣٣	١,٩٠ـ٢,٣٩ ٣٤ـ٤١	٢,٤٠ـ٢,٦٩ ٤٢ـ٤٧	≥ ٢,٧٠ ٤٨
٤٠ـ٤٩	≤١,٤٩ ٢٥	١,٥٠ـ١,٧٩ ٢٦ـ٣١	١,٨٠ـ٢,٢٩ ٣٢ـ٤٠	٢,٣٠ـ٢,٥٩ ٤١ـ٤٥	≥ ٢,٦٠ ٤٦
٥٠ـ٦٥	≤١,٢٩ ٢١	١,٣٠ـ١,٥٩ ٢٢ـ٢٨	١,٦٠ـ٢,٠٩ ٢٩ـ٣٦	٢,١٠ـ٢,٣٩ ٣٧ـ٤١	≥ ٢,٤٠ ٤٢

* السطر الأول مقابل كل فئة عمرية يعبر عن الاستهلاك باللتر/ ق والسطر الثاني بالمليلتر/ كجم . ق .
* هذه المعايير في الواقع لمجتمع الدول الاسكندنافية ، ولذا يجدر التنويه .
(المصدر : انظر المصدر في جدول رقم ٥ ـ ٤).

ملحوظة

١ - عند البدء بعبء جهدي يساوي ٦٠٠ كجم . م/ق ، فإن بعض المفحوصين ذوي اللياقة العالية لا ترتفع ضربات القلب لديهم في نهاية الدقيقة السادسة إلى ١٢٠ ضربة/ق ، وعليه لا يمكن استخدام الجدول رقم (٥ ـ ٤) لأن أقل ضربات قلب فيه هي ١٢٠ ضربة/ ق . ولذا فعليهم أداء التجربة (بعد فترة راحة كافية جدا) عند عبء جهدي أعلى من ذلك (٩٠٠ كجم . م/ق مثلا) .

٢ - عند تقدير الاستهلاك الأقصى للأكسجين باستخدام الجدولين (٥-٣) ، (٥-٤) يجب ملاحظة أن الاستهلاك الأقصى للأكسجين يتناقص تدريجيا مع التقدم في السن ، ولهذا يمكن تصحيح تقدير الاستهلاك الأقصى للأكسجين عند اختبار أفراد كبار في السن بواسطة الجدول رقم (٥ ـ ٧) .

جدول رقم (٥ ـ ٧) : معامل تصحيح العمر عند تقدير الاستهلاك الأقصى للأكسجين باستخدام طريقة أستراند .

العمر بالسنوات	معامل التصحيح
١٥	١,١٠
٢٥	١,٠٠
٣٥	٠,٨٧
٤٠	٠,٨٣
٤٥	٠,٧٨
٥٠	٠,٧٥
٥٥	٠,٧١
٦٠	٠,٦٨
٦٥	٠,٦٥

(المصدر : انظر المصدر في جدول رقم ٥ ـ ٤).



تجربة رقم (٦)

تقدير الاستهلاك الأقصى للأكسجين باستخدام معادلة فوكس (Fox)

- الأساس النظري
- الغرض من التجربة
- الأدوات المستخدمة
- الإجراءات

الأساس النظري للتجربة

تعتبر هذه الطريقة وسيلة يسيرة لتقدير الاستهلاك الأقصى للأكسجين (بطريقة غير مباشرة بالطبع) وذلك من خلال معادلة خطية (Linear equation) تصف العلاقة بين الاستهلاك الأقصى للأكسجين والذي تم قياسه مباشرة وبين استجابة ضربات القلب في الدقيقة الخامسة من الجهد عند أداء جهد بدني على الدراجة الثابتة بمقاومة تساوي ١٥٠ شمعة (أو ٩٠٠ كجم . م/ق) ، وهذه المعادلة التي تم تحديدها من قبل العالم الأمريكي فوكس هي :

الإستهلاك الأقصى للأكسجين (لتر/ق) = ٦,٣ − (٠,٠١٩٣ × ضربات القلب في الدقيقة الخامسة من الجهد) .

الغرض من التجربة

١ ـ تقدير الاستهلاك الأقصى للأكسجين من خلال ضربات القلب دون القصوى .
٢ ـ مقارنة الاستهلاك الأقصى للأكسجين الناتج في هذه التجربة بالاستهلاك الأقصى للأكسجين في التجربة السابقة .

الأدوات المستخدمة

- دراجة الجهد .
- ميقاع .
- ساعة توقيت .
- جهاز قياس نبض القلب (يمكن استخدام طريقة تحسس النبض في حالة عدم توافر جهاز قياس النبض) .

الإجراءات

١ ـ يجلس المفحوص على الدراجة لمدة دقيقة تقريبا ثم يتم قياس ضربات القلب لديه في الراحة .

٢ ـ يتم وضع مقاومة الدراجة على ٣ كجم ويكون الإيقاع ١٠٠ دقة/ ق مما يجعل العبء الجهدي يساوي ٩٠٠ كجم . م/ ق (أو ١٥٠ شمعة) .

٣ ـ يقوم المفحوص بتحريك العجل متمشيا مع الإيقاع ويتم قياس ضربات القلب لديه عند نهاية كل دقيقة حتى الدقيقة الخامسة من الجهد .

٤ ـ بمجرد الحصول على ضربات القلب في نهاية الدقيقة الخامسة يتم وقف التجربة وتسجل ضربات القلب على أساس أنها ضربات القلب دون القصوى ويمكن استخدام ورقة تسجيل البيانات في جدول رقم (٦-١) .

٥ ـ يتم تطبيق المعادلة التالية للحصول على الاستهلاك الأقصى للأكسجين :

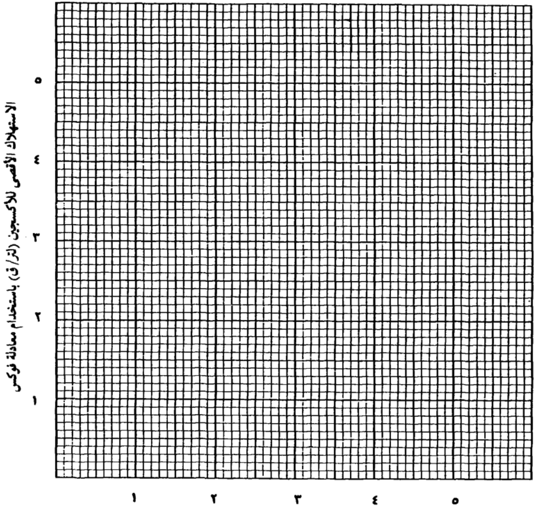
الاستهلاك الأقصى للأكسجين = ٦,٣ - (٠١٩٣, ٠ × ضربات القلب في الدقيقة الخامسة)

٦ ـ أوجد العلاقة بين حجم الاستهلاك الأقصى للأكسجين الناتج عن التجربة رقم (٥) والحجم الناتج عن التجربة رقم (٦) ، وارسم العلاقة على ورقة الرسم البياني شكل رقم (٦-١) .

جدول رقم (٦-١) ورقة تسجيل البيانات : استجابة ضربات القلب لجهد بدني دون الأقصى باستخدام معادلة فوكس.

الاسم	ضربات القلب في الدقيقة						الاستهلاك الأقصى للأكسجين	
	الراحة	١	٢	٣	٤	٥	لتر/ق	مل/كجم.ق





الاستهلاك الأقصى للأكسجين (لتر/ق) باستخدام طريقة أستراند

شكل رقم (٦-١) : ورقة الرسم البياني: العلاقة بين الاستهلاك الأقصى للأكسجين (لتر/ق) باستخدام كل من طريقتي أستراند وفوكس.

تجربة رقم (٧)

تقدير الاستهلاك الأقصى للأكسجين
عن طريق ضربات القلب
باستخدام صندوق الخطوة
(اختبار كوينز كوليج)

- الأساس النظري
- الغرض من التجربة
- الأدوات المستخدمة
- الإجراءات

الأساس النظري

وهو عبارة عن نسخة مبسطة من اختبار الخطوة لهارفارد تم تطويره في كلية كوينز في نيويورك بواسطة مكردل وآخرين (McArdle *et al.* 1986) ـ وتتلخص فكرة الاختبار بأن يقوم المفحوص بأداء جهد بدني لمدة ٣ دقائق على صندوق الخطوة وفي نهاية الدقائق الثلاث يتم قياس ضربات القلب لديه ومن ثم مقارنتها ببعض المعايير التي تم عملها على مجموعة كبيرة من الذكور والإناث ، ولقد تم قياس صدق هذا الاختبار بمقارنته بالاستهلاك الأقصى للأكسجين ووجد أنه يساوي (−٠,٧٢) للرجال و (−٠,٧٥) للنساء .

الغرض من التجربة

تقدير الاستهلاك الأقصى للأكسجين .

الأدوات المستخدمة

- صندوق خطوة ارتفاعه ١٦,٢٥ بوصة (٤١ سم) .
- ميقاع Metronome
- ساعة توقيت
- جهاز قياس ضربات القلب (في حالة عدم توافره يمكن قياس نبض القلب عن طريق التحسس) .

الإجراءات

١ ـ على المفحوص الصعود على صندوق الخطوة والنزول منه بمعدل ٢٤ صعودا في الدقيقة للرجال (يوضع الميقاع على ٩٦ دقة في الدقيقة) ، و٢٢ صعودا أو خطوة للنساء (يوضع الميقاع على ٨٨ دقة في الدقيقة) .

٢ ـ على المفحوص الاستمرار في أداء الجهد متمشيا مع الإيقاع لمدة ٣ دقائق متواصلة .

٣ ـ في نهاية الدقائق الثلاث يتوقف المفحوص ويتم قياس نبض لقلب لديه بعد ٥ ثوان مباشرة من توقفه ولمدة ١٥ ثانية ثم ضرب الناتج في ٤ لمعرفة ضربات القلب في الدقيقة .

٤ ـ تسجل قراءة ضربات القلب لديه على ورقة تسجيل البيانات في الجدول رقم (٧-١) .

٥ ـ ينظر في الجدول رقم (٧-٢) لمعرفة مقدار الاستهلاك الأقصى للأكسجين لدى ذلك المفحوص .

جدول رقم (٧-١) ورقة تسجيل البيانات: تقدير الاستهلاك الأقصى للأكسجين (اختبار كوينز كوليج).

الاسم	ضربات القلب / ق بعد ٣ دقائق من الجهد	الاستهلاك الأقصى للأكسجين مل / كجم . ق

جدول رقم (٧-٢) : تقدير الاستهلاك الأقصى للأكسجين من خلال ضربات القلب في الاسترداد (اختبار كوينز كوليج)*

الرجال		النساء	
ضربات القلب أثناء الاسترداد (ق)	تقدير الاستهلاك الأقصى للأكسجين (مل/ كجم . ق)	ضربات القلب أثناء الاسترداد (ق)	تقدير الاستهلاك الأقصى للأكسجين (مل/ كجم . ق)
١٢٠	٦٠,٩	١٢٨	٤٢,٢
١٢٤	٥٩,٣	١٤٠	٤٠,٠
١٢٨	٥٧,٦	١٤٨	٣٨,٥
١٣٦	٥٤,٢	١٥٢	٣٧,٧
١٤٠	٥٢,٥	١٥٦	٣٧,٠
١٤٤	٥٠,٩	١٥٨	٣٦,٦
١٤٨	٤٩,٢	١٦٠	٣٦,٣
١٤٩	٤٨,٨	١٦٢	٣٥,٩
١٥٢	٤٧,٥	١٦٣	٣٥,٧
١٥٤	٤٦,٧	١٦٤	٣٥,٥
١٥٦	٤٥,٨	١٦٦	٣٥,١
١٦٠	٤٤,١	١٦٨	٣٤,٨
١٦٢	٤٣,٣	١٧٠	٣٤,٤
١٦٤	٤٢,٥	١٧١	٣٤,٢
١٦٦	٤١,٦	١٧٢	٣٤,٠
١٦٨	٤٠,٨	١٧٦	٣٣,٣
١٧٢	٣٩,١	١٨٠	٣٢,٦
١٧٦	٣٧,٤	١٨٢	٣٢,٢
١٧٨	٣٦,٦	١٨٤	٣١,٨
١٨٤	٣٤,١	١٩٦	٢٩,٦

* المصدر: (McArdle *et al.* 1986)

تجربة رقم (٨)

إمكانية الجهد البدني عند ضربات القلب ١٧٠

- الأساس النظري
- الغرض من التجربة
- الأدوات المستخدمة
- الإجراءات



الأساس النظري للتجربة

لقياس قـدرة الفرد على أداء جهد بدني يجب أن نعـرض المفحوص إلى جهد بـدني متدرج باستخدام الـدراجة مثلا (أو أي أسلوب آخـر) حتى أقصى إمكانية له ونقـوم بتسجيل العبء الجهدي الذي توقـف عنده . إلا أن هذا يتطلب وقتا لعمل ذلك وسيطول الوقت اللازم للتجـربة عند الأفراد الذين يمتلكون إمكانية هـوائية عالية ، ناهيك عن أن هذه الطريقـة تستلزم إجهاد المفحوص بـدرجة عالية جدا . ولهذا فقـد أشار العالم السويـدي أستراند إلى ما يسمى بإمكانية الجهد البدني عند ضربات القلب ١٧٠ أو (Physical Working Capacity 170) ، وفي هذه الطريقة يتم قياس قدرة الفرد على أداء جهد بدني يتطلب رفع ضربات القلب لديه إلى ١٧٠ ضربة / ق وبالتالي معرفة مقدار هذا العبء الـذي رفع ضربات القلب إلى ١٧٠ ضربة/ ق وكلما كان الفـرد ذا لياقة عاليـة استلزم الأمر عبئا جهـديا أعلى لرفع ضربات القلب لديـه إلى ١٧٠ ضربة/ ق . وهذه التجربة كغيرها من التجارب السابقـة مبنية على العلاقة الوثيقة إلى حد ما بين ضربات القلب واستهلاك الأكسجين أثناء الجهد البدني .

الغرض من التجربة

١ - لمعرفة مقدار العبء الجهدي الذي يؤدي إلى رفع ضربات القلب إلى ١٧٠ ضربة/ ق .
٢- لمعرفة استهلاك الأكسجين عند ذلك العبء .

الأدوات المستخدمة

- دراجة الجهد .
- ميقاع .
- ساعة توقيت .
- جهاز قياس النبض (في حالة عدم توافر جهاز قياس النبض يمكن استخدام طريقة تحسس النبض كما تم شرحها في التجربة رقم (٣)) .

الإجراءات

١ ـ يجلس المفحـوص أولا على الدراجة ويختار الارتفاع المناسب للمقعد .

٢ ـ يتم البدء بعبء جهدي يساوي ٤٥٠ كجم . م/ ق (أي بمقاومة تساوي ١,٥ كجم (٧٥ شمعة) مع تحريك العجل بمعدل ٥٠ دورة في الدقيقة لمدة ٦ دقائق .

٣ ـ يتم تسجيل ضربات القلب في نهاية كل دقيقة واحتساب معدل ضربات القلب في الدقيقتين الخا مسة والسادسة لتمثل معدل ضربات القلب عند ذلك العبء .

٤ـ بعد نهايـة الدقيقة السادسة يتم رفع المقاومـة إلى ٢ كجم ليصبح العبء الجهـــــــدي ٦٠٠ كجم . م/ ق مع الاستمرار في الجهـد لمدة ٦ دقائق أخرى ، ويتم قيـاس ضربات القلب في نهاية كل دقيقـة مع احتساب معدل ضربات القلب في الدقيقتين الخامسة والسادسة كمعدل لضربات القلب عند ذلك العبء .

٥ ـ إذا ارتفعـت ضربات القلب إلى ١٧٠ ضربـة في الدقيقة يتـوقف المفحوص (إذا كـانت قريبـة من ذلك ١٦٥ يمكن التوقف) . من المهم جدا إنهاء ذلك العبء حتى يتسنى لنا الحصول على عبئين جهديين على الأقل .

٦ـ إذا لم ترتفـع ضربات القلب إلى ١٧٠ ضربـة/ ق أو قريبـا من ذلك يستمـر المفحوص في الجهد وتـرفع المقـاومـة إلى ٢٫٥ كجم ، أي إن العبء الجهـدي يصبح ٧٥٠ كجم . م/ ق . ويتم قيـاس ضربـات القلب في الدقيقتين الخامسة والسادسة كمعدل لضربات القلب عند ذلك العبء.

٧ـ إذا لم ترتفـع ضربـــات القلب إلى ١٧٠ ضربـة/ ق يتم رفع المقاومة إلى ٣ كجـم ويكون العبء الجهدي يساوي ٩٠٠ كجم . م/ق . . وهكذا . . .

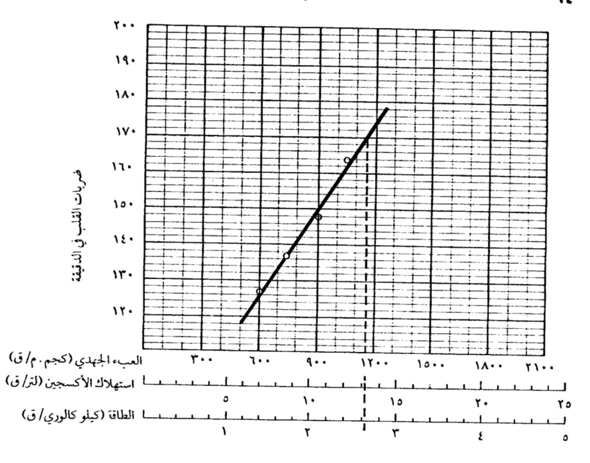
٨ ـ يتم تسجيـــل البيانـات على ورقة تسجيل البيـانات في الجدول رقم (٨-١) ، ويـوجد بها أيضـا مثال لتوضيح ذلك .

٩ ـ يتم تحـديد إمكانيـة الجهد البـدني باستخدام الـرسم البياني رقم (٨-١) وذلك بأن يتـم رسم ضربات القلب (على الأقل نقطتين لتكـوين خط مستقيـم) ويتم تـوصيل خط بين هـذه النقـاط ويمتـد إلى أن يقطع الخط الأفقي لضربات القلب ١٧٠ (القادم من محور ص) ، عند التقاء الخطين يتم إنزال عمود إلى العبء الجهدي على محور س .

١٠ ـ يمكــن أيضـا تقـدير استهـلاك الأكسجين عنـد ذلك العبء بأن يمتد الخـط ليقطع محور استهلاك الأكسجين، وكذلك يمكن تقدير الطاقة المستهلكة بالكيلوكالوري في الدقيقة عند ذلك العبء.

جدول رقم (٨ ـ ١): ورقة تسجيل البيانات: إمكانية الجهد البدني عند ضربات القلب ١٧٠ .

الاسم	العبء الجهدي كجم . م/ق	ضربات القلب / ق							
		الراحة	١	٢	٣	٤	٥	٦	معدل ٥+٦
م . ع	٤٥٠ ٦٠٠	٦٦	٧٩ ١٢٥	٨٣ ١٣٨	٩١ ١٤٩	١٠٠ ١٥٦	١٠٥ ١٦٧	١١١ ١٧١	١٠٨ ١٦٩
س . ص	٤٥٠ ٦٠٠ ٧٥٠	٦١	٧٦ ١١٢ ١٤٥	٨١ ١١٨ ١٤٩	٨٩ ١٢٦ ١٥٦	٩٧ ١٣١ ١٦٦	١٠١ ١٣٨ ١٦٩	١٠٥ ١٤٠ ١٧٥	١٠٣ ١٣٩ ١٧٢



شكل رقم (٨ ـ ١): يوضح كيفية تحديد العبء الجهدي عند ضربات القلب ١٧٠ وما يقابل ذلك من الطاقة المصروفة واستهلاك الأكسجين. لتحديد العبء الجهدي على الطالب إيصال خط مستقيم بين النقاط الخاصة بضربات القلب ثم يمد ذلك الخط إلى أن يقطع الخط الأفقي القادم من ضربات القلب ١٧٠، وعند تقاطع الخط الأفقي مع الخط المائل يتم إنزال خط رأسي مستقيم حتى يقطع العبء الجهدي.

المصدر: (Sinning 1975, p. 68).

تجربة رقم (٩)

ضغط الدم في الراحة وفي الجهد البدني

- الأساس النظري
- ماذا يقصد بالضغط الشرياني
- الضغط الشرياني والجهد البدني
- كيفية قياس ضغط الدم
- الغرض من التجربة
- الأدوات المستخدمة
- الإجراءات



الأساس النظري

تتطلب العضلات أثناء انقباضها كمية كبيرة من الدم مقارنة بالراحة ، ولهذا نجد أن حجم نتاج القلب (cardiac output) وهو كمية الدم التي يضخها القلب في الدقيقة يرتفع ، ويعتمد هذا الارتفاع في حجم نتاج القلب على شدة الجهد البدني . وبزيادة جريان الدم في الأوعية الدموية في العضلات العاملة تتمدد هذه الأوعية إلا أنها في الأنسجة الأخرى من الجسم تتقلص حتى يتمكن الجسم من دفع أكبر كمية من الدم إلى الأجهزة العاملة ومنها القلب والرئتين وبالطبع العضلات العاملة حيث تستأثر (العضلات) بحوالي ٨٠٪ من نتاج القلب أثناء الجهد البدني العنيف . ولهذا نرى أن ضغط الدم الشرياني يرتفع في الجهد البدني العنيف حتى عند الفرد السليم ، وهذا الارتفاع في الضغط ضروري جدا لكي يزيد ضغط التشبع (perfusion pressure) أي تشبع العضلات العاملة بالدم. وتشير البحوث الحديثة إلى أن هذا التحكم في ضغط الدم أثناء الجهد البدني يتم من خلال الجهاز العصبي السمبثاوي .

ماذا يقصد بالضغط الشرياني ؟

عندما يدفع القلب الدم بضربات متتالية إلى أجهزة الجسم عبر الأوعية الدموية فإنه يحدث ضغطا معينا على الأوعية الدموية يسمى ضغط الدم (Blood pressure) ، وهذا الضغط هو في الواقع نتاج قوة جريان الدم الذي يتأثر بشكل رئيسي بقوة دفع القلب للدم وكذلك نتاج مقاومة الأوعية الدموية لهذا الدم ، فكلما كانت الأوعية الدموية ضيقة أو غير مرنة كما يحدث في حالة تصلب الشرايين فإن ضغط الدم سيرتفع . كما أن زيادة حجم الدم سيؤدي إلى زيادة الضغط على الأوعية الدموية وبالتالي زيادة ضغط الدم. على أية حال يمكننا أن نقسم ضغط الدم الشرياني هذا إلى ضغط يحدث أثناء انقباض القلب (نتيجة لاندفاع الدم عبر الأوعية الدموية أثناء عملية الإنقباض) وهو ما يسمى بالضغط الشرياني الانقباضي (Systolic blood pressure) وضغط يحدث أثناء انبساط القلب وهو ما نسميه بالضغط الشرياني الانبساطي (Diastolic blood pressure) وهو بالطبع أقل قوة من الضغط الانقباضي ، وعادة ما يسجل الضغط الانقباضي أولا مقسوما على الضغط الانبساطي على النحو التالي :

$$\frac{\text{الضغط الانقباضي}}{\text{الضغط الانبساطي}}$$

ويمثل الضغط في الواقع ضغط الدم أو القوة المؤثرة على الشرايين نتيجة لاندفاع الدم من القلب ويقاس بالمليمتر الزئبقي (مقدار الضغط الذي يرفع عمودا من الزئبق مسافة معينة) . ويبلغ الضغط في الأحوال الاعتيادية لدى الشاب السليم في العشرين إلى الثلاثين من عمره ما مقداره ١٢٠ مليمترا زئبقيا كضغط انقباضي و ٨٠ مليمترا زئبقيا كضغط انبساطي وتكتب هكذا : $\frac{١٢٠}{٨٠}$ مم زئبقي . ويتأثر ضغط الدم بالعديد من العوامل أهمها مقدار التوتر الذي يحدث في الأوعية الدموية (Vascular tone)، ويؤثر الجهاز العصبي السمبثاوي على ضغط الدم كما أن للجهاز الهرموني تأثيرا واضحا على ضغط الدم . ومن المعروف أيضا أن ضغط الدم الشرياني يرتفع مع التقدم في السن .

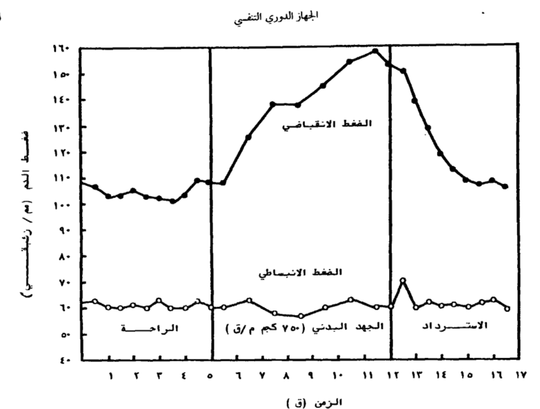
الضغط الشرياني والجهد البدني

عند أداء جهد بدني وخاصة إذا كان هذا الجهد فوق المتوسط ، فإننا نلاحظ ارتفاعا في الضغط الشرياني الإنقباضي (Systolic) مع تغير طفيف في الضغط الشرياني الانبساطي ، وكما أشرنا من قبل فإن ارتفاع الضغط الشرياني الانقباضي أثناء الجهد البدني العنيف يكون نتيجة للارتفاع الكبير في جريان الدم في الأوعية الدموية (زيادة نتاج القلب) . ويوضح الشكل رقم (٩-١) رسما توضيحيا لاستجابة الضغط الشرياني للجهد البدني . والجدير بالذكر أن المعتاد عند تسجيل الضغط الشرياني أن يسجل ما يسمى بمتوسط الضغط الشرياني (Mean pressure) والذي يتم حسابه كالتالي :

$$\frac{\text{الضغط الانقباضي} + (٢ \times \text{الضغط الإنبساطي})}{٣}$$

ويؤثر نوع الانقباض العضلي بشكل واضح على الضغط الشرياني أثناء الجهد البدني حيث يكون الارتفاع في الضغط الشرياني أكبر عندما يكون الانقباض العضلي ثابتا (Isometric) مقارنة مع الانقباض العضلي المتحرك (Dynamic) ، ولهذا لا ينصح بعمل التدريبات العضلية الثابتة أو المشابهة للثابتة لكبار السن أو الذين لديهم ارتفاع في ضغط الدم (بما في ذلك بعض تدريبات الأثقال) بينما يتم توجيههم إلى الرياضات المتحركة وخاصة ذات الإيقاع المنتظم (Rhythmic) مثل المشي والهرولة والسباحة الخ

كما يعتقد أن التدريب البدني الهوائي (كالمشي والهرولة والسباحة . . . الخ) يساعد على خفض ضغط الدم للأفراد الذين يعانون من ارتفاع (وخاصة الارتفاع المحدود) في ضغط الدم الشرياني .



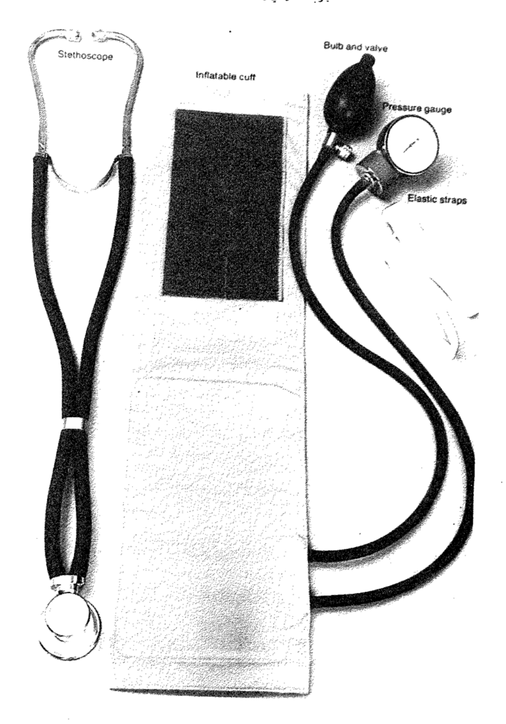
شكل رقم (٩-١) : استجابة الضغط الشرياني (الانقباضي والانبساطي) للجهد البدني (المصدر DeVries 1971, p. 41).

كيفية قياس ضغط الدم

يتم قياس ضغط الدم بطريقة مباشرة وأخرى غير مباشرة . أما الطريقة المباشرة فمن خلال قياس الضغط داخل الشريان بواسطة قسطرة (Catheter) وهي طريقة تتطلب عناية طبية عالية ولهذا فالطريقة غير المباشرة أكثر شيوعا في الاستخدام وهي سهلة جدا وغير مكلفة حيث تتطلب سماعة طبية ومقياسا للضغط (Sphygmomanometer) مكونا من مؤشر ضغط (إما زئبقي أو اعتيادي) ورباط قابل للنفخ يلف حول الذراع فوق المرفق (انظر الشكل رقم ٩-٢) . وتتم عملية قياس الضغط على النحو التالي (انظر الشكل رقم ٩-٣) :

١ ـ يجلس المفحوص على كرسي مريح وإحدى اليدين ممدودة على طاولة في مستوى موقع القلب ، مع ملاحظة أن تكون الكف إلى أعلى .

٢ ـ يلف الرباط القابل للنفخ على الجزء الأعلى من الذراع المراد قياسها وفوق المرفق مع الأخذ في الاعتبار أن يكون الجزء القابل للنفخ إلى داخل الذراع .



شكل رقم (٩-٢): جهاز قياس ضغط الدم ويتكون من سماعة طبية ومؤشر للضغط ورباط قابل للنفخ يلف حول الذراع.
(المصدر: Fisher 1981).

٣ ـ توضع السماعة الطبية على الشريان الرئيسي للذراع (Antecubital Artery) بالقرب من الجهة الداخلية للمرفق كما هو موضح في الشكل رقم (٩-٣) .

٤ ـ اغلق صمام جهاز الضغط وابدأ في نفخ الرباط حتى تلاحظ أن ضغط الرباط قد قطع الدورة الدموية في ذلك الشريان الرئيسي ثم لاحظ مؤشر مقياس الضغط واستمر في النفخ حتى تتجاوز القراءة السابقة بحوالي ٢٠ - ٣٠مم/ زئبقي (يمكن معرفة اللحظة التي تنقطع فيها الدورة الدموية في ذلك الشريان عن طريق ملاحظة النبض في الشريان الكعبري أثناء نفخ الرباط) .

٥ ـ ابدأ في السماح للهواء بالخروج بشكل منتظم وبطيء بمعدل لا يزيد عن ٥مم/ زئبقي في الثانية مع الاستماع بدقة لصوت نبض الدم المتوقع سماعه بواسطة السماعة الطبية .

٦ ـ بمجرد سماعك أول صوت لنبض الدم فهو دلالة على بدء مرور الدم خلال الشريان ، سجل القراءة الموجودة على مقياس الضغط ، وتكون بذلك قراءة الضغط الشرياني الانقباضي . (يسمى هذا الصوت Korotkoff) .

٧ ـ استمر في الاستماع إلى النبض وبمجرد ملاحظتك اختفاء الصوت سجل القراءة الموجودة على مقياس الضغط وتكون بذلك قراءة الضغط الشرياني الإنبساطي .

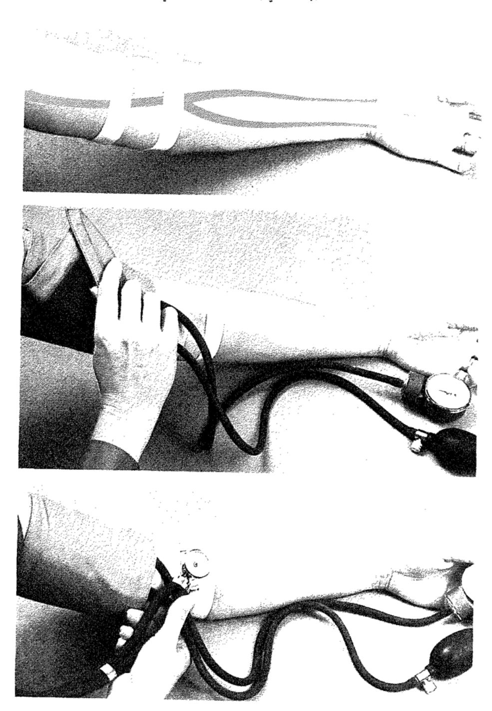
ملاحظة : يمكن معرفة بداية مرور الدم في الشريان (الذي يدل على الضغط الشرياني الانقباضي) عن طريق ملاحظة بدء النبض في الشريان الكعبري بدون الحاجة إلى سماعة طبية ، لكن يلزم لمعرفة الضغط الانبساطي استخدام السماعة الطبية .

الغرض من التجربة

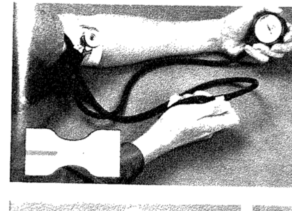
١ - التعرف على كيفية قياس ضغط الدم في الراحة وفي الجهد البدني .
٢ - التعرف على تأثير الجهد البدني على ضغط الدم .
٣ - التعرف على العلاقة بين ضغط الدم وضربات القلب أثناء الجهد البدني .

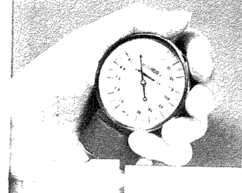
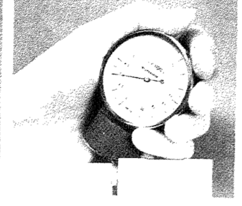
الأدوات المستخدمة

- دراجة الجهد .
- ميقاع .



شكل رقم (٩-٣): يوضح كيفية قياس ضغط الدم- للتفاصيل (انظر الخطوات الموضحة في المتن).
المصدر: انظر المصدر السابق في شكل رقم (٩-٢).



تابع شكل رقم (٩-٣)

- ساعة توقيت .
- جهاز قياس الضغط .
- سماعة طبية .
- جهاز قياس النبض (يمكن تحسس نبض القلب في حالة عدم وجود جهاز لقياس النبض) .

الإجراءات

١ - يجلس المفحوص على الدراجة ويتم اختيار الارتفاع المناسب للمقعد .
٢ - يتم بعد ذلك قياس معدل ضربات القلب أثناء الراحة والمفحوص جالس على الدراجة .
٣ - يتم أيضا قياس ضغط الدم الشرياني أثناء الراحة والمفحوص جالس على الدراجة (انظر الجزء الخاص بكيفية قياس ضغط الدم في ا لجزء السابق) .
٤ - يتم وضع مقاومة الدراجة على ٢ كجم ويبدأ المفحوص بتحريك العجل بمعدل ٥٠ دورة في الدقيقة (الميقاع ١٠٠ دقة/ ق) مما يجعل العبء الجهدي يصل ٦٠٠ كجم . م/ ق .

٥ – يستمر المفحوص في أداء الجهد لمدة ٥ دقائق .

٦ – في نهاية كل دقيقة يتم قياس ضربات القلب وكذلك ضغط الدم (في بعض الحالات وعند عدم القدرة على عمل قياس الضغط بسبب الصوت الناتج عن الدراجة وحركة المفحوص يمكن التوقف فقط أثناء قياس الضغط) .

٧– في نهاية الدقيقة الخامسة يتوقف المفحوص ويستمر في الجلوس على الدراجة لمدة ٥ دقائق أخرى ، يتم أثناءها قياس ضربات القلب وضغط الدم في الدقيقة الأولى من الاسترداد والدقيقة الثالثة والخامسة .

٨– تسجل البيانات على ورقة تسجيل البيانات الفردية في جدول رقم (٩–١) والجماعية في جدول ورقم (٩–٢) .

٩– يتم تمثيل النتائج ورسمها على ورقة الرسم البياني شكل رقم (٩–٤) .

جدول رقم (٩–١) : ورقة تسجيل البيانات : استجابة ضغط الدم للجهد البدني والاسترداد .

الاسم:

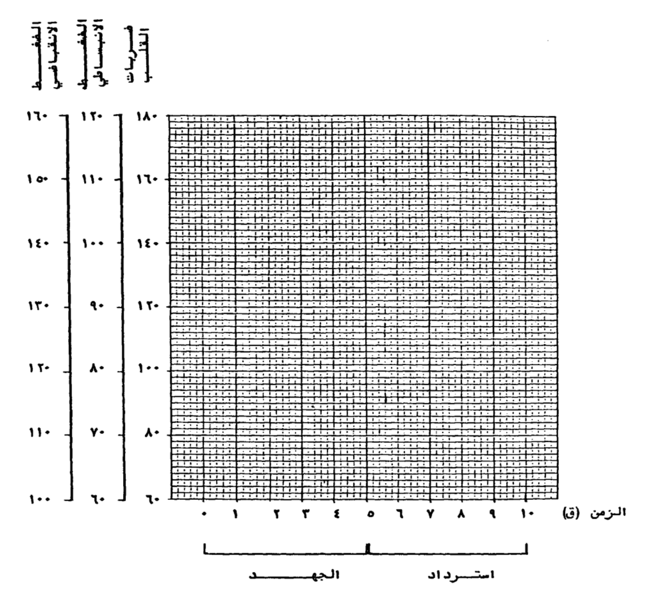
العبء الجهدي:

الزمن (ق)	ضربات القلب (ق)	الضغط الانقباضي مم/ز	الضغط الانبساطي مم/ز	متوسط الضغط* مم/ز
الراحة				
الجهد ١ ٢ ٣ ٤ ٥				
الاسترداد ١ ٣ ٥				

* متوسط الضغط = (الضغط الانقباضي + (٢ × الضغط الانبساطي)) / ٣

جدول رقم (٩-٢) : ورقة تسجيل البيانات : استجابة ضغط الدم وضربات القلب للجهد البدني والاسترداد .

الاسم	العبء الجهدي	الجهد						الاسترداد		
		الراحة	١	٢	٣	٤	٥	٦	٨	١٠
س . ص	٦٠٠ كجم م/ق	٦٢	٧٧	٩٢	الخ					
		١٢٠/٨٠	١٢٤/٨١	١٢٦/٨٢						



شكل رقم (٩-٤) ورقة الرسم البياني: استجابة ضربات القلب والضغط الشرياني الانقباضي والانبساطي للجهد البدني.

تجربة رقم (١٠)

اختبارات الوظائف التنفسية

- الأساس النظري
- اختبارات الوظائف التنفسية
- الغرض من التجربة
- الأدوات المستخدمة
- الإجراءات



الأساس النظري

إن الوظيفة الأساسية للرئتين هي تزويد الدم بالأكسجين والتخلص من ثاني أكسيد الكربون ، ويتم إنجاز هذه العملية من خلال عملية التنفس الميكانيكية والمتمثلة بانقباض العضلات التنفسية وانبساطها (الحجاب الحاجز والعضلات بين الضلعية والشهيقية المساعدة) . ويمكن تقسيم عملية التنفس إلى ٣ مراحل هي :

١- عملية التنفس الخارجي (التهوية الرئوية) : وتمثل عملية دخول الهواء المحمل بالأكسجين إلى الحويصلات الرئوية حيث تتم هناك عملية تبادل الغازات بين الحويصلات والدم (يأخذ الدم الأكسجين من الرئتين ويغادر ثاني أكسيد الكربون الدم إلى الرئتين) .

٢- عملية نقل الغازات : وهي عملية نقل الأكسجين بواسطة الدم (بواسطة الهيموجلوبين بشكل أكثر دقة) إلى أنسجة الجسم المختلفة .

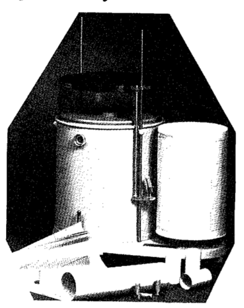
٣- عملية التنفس الداخلي : وهي عكس عملية التنفس الخارجي حيث يتم هنا إنزال الأكسجين إلى الأنسجة ونقل ثاني أكسيد الكربون من النسيج إلى الرئتين مرة أخرى .

ومن الجدير بالذكر أن حجم التهوية الرئوية (أو كمية الهواء التي تدخل إلى الحويصلات الرئوية) يتأثر بمدى حاجة الجسم إلى الأكسجين وأيضا مدى حاجته للتخلص من ثاني أكسيد الكربون ، ولهذا نجد أن حجم التهوية الرئوية الذي يبلغ حوالي ٦-٧ لترات في الدقيقة أثناء الراحة للشاب السليم ، هذا الرقم يرتفع ليصل إلى حوالي ٩٠-١٢٠ لترا في الجهد البدني الأقصى وليبلغ عند بعض الرياضيين ذوي الكفاءة العالية إلى ١٨٠ لترا .

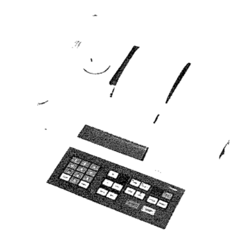
اختبارات الوظائف التنفسية

يمكن من جراء عمل اختبارات الوظائف التنفسية الحصول على معلومات قيمة حول قوة عضلات التنفس والخصائص الميكانيكية للرئتين والقفص الصدري وكفاءة عملية التبادل الغازي . وعلى الرغم من أن

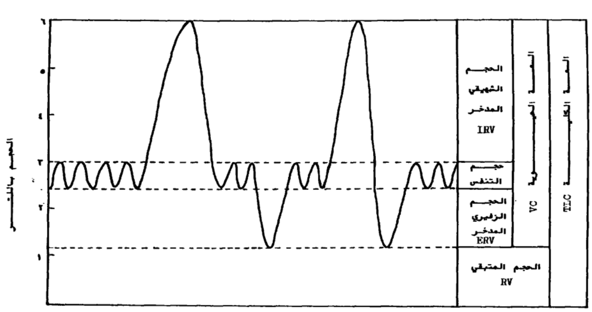
الاختبارات التنفسية تعتبر أكثر دلالة في عملية الكشف عن الأمراض الرئوية ومدى تأثير المعالجة عليها ، إلا أنها أيضا مهمة في معرفة تأثير الجهد والتدريب البدني على الوظائف التنفسية . وتتم عملية قياس الوظائف التنفسية بواسطة أجهزة قياس الوظائف التنفسية أو السبيروميتر (Spirometer) سواء ما كان منها معتمدا على الأنواع القديمة (كالسبيروميتر المائي - انظر شكل رقم (١٠-١) أو الأنواع الحديثة (كالسبيروميتر الجاف- انظر شكل رقم ١٠-٢) . وعند عمل قياس للوظائف التنفسية فإننا سنحصل على ا لشكل رقم (١٠-٣) والذي يوضح الأحجام والسعات الرئوية التي يكشفها لنا الاختبار ، وهي على النحو التالي :



شكل رقم (١٠-١): جهاز قياس الوظائف التنفسية (نوع مائي) (من شركة كولنز) .



شكل رقم (١٠-٢): جهاز قياس الوظائف التنفسية (نوع جاف) (من شركة فوكودا دنشي) .



شكل رقم(١٠-٣): رسم توضيحي لاختبار الوظائف التنفسية وتظهر السعات والأحجام الرئوية.

حجم التنفس (أو عمق التنفس) Tidal volume

وهو حجم هـواء الشهيق أو الزفير في دورة تنفسية واحـدة ويصل في المتوسط أثناء الـراحة من ٥٠٠ - ٦٠٠ مليلتر ، وهو أيضا حجم الهواء الذي يدخل الرئتين أثناء الشهيق ويغادرها أثناء الزفير .

الحجم الشهيقي المدخر (Inspiratory reserved volume)

وهو أقصى كمية من الهواء يمكن استنشاقها بعد نهاية دورة تنفسية (أي بعد الحد الشهيقي لحجم التنفس) ، ويصل هذا الحجم في المتوسط إلى ٣٠٠٠ مليلتر .

الحجم الزفيري المدخر (Expiratory reserved volume)

وهـو أقصى كمية من الهواء يمكن إخـراجها مـن الرئة بعـد نهاية دورة تنفسيـة (أي بعد الحد الـزفيري لحجم التنفس) ، ويصل هذا الحجم في ا لمتوسط إلى ١٢٠٠ مليلتر .

الحجم المتبقي (Residual volume)

وهو حجم الهواء المتبقي داخل الرئتين بعد أقصى زفير ممكن ويصل في المتوسط من ١١٠٠ - ١٣٠٠ مليلتر، وهـو حجم من الهواء يبقى دائما في الرئتين ولا يمكن إخـراجـه من الرئتين حتى عنـد أقصى زفير ممكن ، ومع ذلك يمكن قياس هذا الحجم أو تقديره.

السعة الرئوية الكـ... (Total lung capac...)

وهي أقصى سعـ... ممكنة لاستيعـاب كميـة من الهواء داخل الـرئتين وتساوي مجمـوع السعـة الحيويـة والحجم المتبقي(وهو حجم الهواء الذي لا يمكن إخراجه من الرئتين) .

السعة الحيوية (Vital capacity)

وهي أقصى كميـة من الهواء يمكن إخراجهـا من الرئتين بعـد أن يأخذ الفـرد أعمق شهيق ممكن ، وتصل في المتوسط مـن ٤٨٠٠ – ٥٠٠٠ مليلتر ، وهي تتأثر بحجم القفص الصـدري، ولهذا نجد أن الأفـراد ذوي الأجسام الضخمة يمتلكون في الغالب سعة حيوية كبيرة قد تصل إلى ٧ لترات أو تتجاوزها.

السعة الشهيقية (Inspiratory capacity)

وهي أقصى كميـة من الهواء يمكن إدخالها إلى الـرئتين بعد الحد الزفيري لحجم التنفـس ، أي أنها تساوي في الواقع مجموع حجمين هما حجم التنفس والحجم الشهيقي المدخر .

وتسمى جميع الأحجام التنفسية السابقة الـذكر (حجم التنفس ، الحجم الزفيري المدخر ، الحجم الشهيقي المدخر) بالإضافة إلى السعة الحيوية بـالوظائف الرئوية الساكنة (Static lung volumes) وذلك لتمييزهـا عما يسمى بالوظائف الحركية (Dynamic lung functions) . وعند قياس الـوظائف الرئوية الحركيـة يتم التعرف ليس على كمية الهواء (كما في الوظائف الرئوية الساكنة) فحسب بل على معدل جريان الهواء ، ومن أمثلة ذلك :

الحجم الزفيري القسري عند الثانية الأولى (FEV1)

وهـو حجم الهواء الذي يمكن إخـراجه من الـرئتين في نهاية الثـانية الأولى بعـد أن يأخذ المفحـوص أعمق شهيق ممكن ، وهو مـؤشر جيد على قوة عضلات التنفس وسـلامة الجهاز الرئوي من الأمـراض التنفسية ، كما يمكن أيضا استخدام نسبة الحجم الزفيري القسـري عند الثانية الأولى إلى السعة الحيوية القسـرية (FEV1/FVC) .

الحجم الزفيري القسري عند نهاية الثانية الثالثة (FEV3)

وهو حجم الهواء الـذى يمكن إخراجـه من الرئتين في نهاية الثـانية الثالثـة بعد أن يأخـذ المفحوص أعمق شهيق ممكن ، وهو أيضا مؤشر جيد وأكثر دلالة من الحجم الزفيري القسري عند الثانية الأولى للكشف عن بعض الأمراض التنفسية . ويتم الحصول على هذين الحجمين السابقين بعمل مناورة السعة الحيوية القسرية (FVC) .

الإمكانية التنفسية القصـــوى (Maximal Breathing Capacity)

ويتم معرفة هـذه الإمكانية بعمل مناورة التنفس بأقصى شهيق وزفير ممكن لمدة ١٢ ثانيـة ثم تعدل هذه إلى دقيقة بضربها في الـرقم ٥ ، وبهذا نحصل على كمية الهواء التـى يمكن استنشاقها وإخـراجها من الـرئتين بأقصى

سرعة في دقيقة واحدة . وتصل هـذه الإمكانية فى المتوسط إلى حوالي ١٤٠ لترا في الدقيقـة ، وقد ترتفع إلى أكثر من ذلك بكثير لدى بعض الرياضيين ذوي الكفاءة العالية .

الأحجام الرئوية واختلافها بالضغط الجوي ودرجة الحرارة

من المعروف تبعا لقوانين الغازات أن درجة الحرارة والضغط الجوي يؤثران على الحجم ، ولهذا فعند عمل اختبارات وظائف الرئتين يجب علينا أولا أن نصحح أو نعدل الأحجـام التي تم الحصول عليها باستخدام أجهزة قياس وظائف الـرئتين (السبيروميتر) إلى أحجام معيارية تأخـذ في الاعتبار الضغط الجوي ودرجة حـرارة الغرفة التي تم فيها الاختبار ودرجة تشبع هواء الغرفـة ببخار الماء . ومن المعروف أن درجة حرارة الهواء في الرئتين هي درجة حرارة الجسـم (أي ٣٧ درجة مئوية) ، وعند هـذه الدرجة فإن ضغط بخـار الماء وحده يكون ٤٧ مليمترا زئبقيا . ولهذا يجب دائما تصحيح الأحجـام التي نحصل عليها من الجهـاز مباشرة إلى أحجام معيـارية تنسب إلى حجم الهواء عند ضغط ودرجة حرارة وتشبع الجسم (BTPS). والجدول رقم (١٠-١) يعطينا معامل التصحيح

جدول رقم (١٠-١): معامل التصحيح اللازم لتحويل أحجام الغازات من درجة حرارة الغرفة المشبعة ببخار الماء إلى درجة حرارة الجسم المشبعة ببخار الماء (٣٧°م) ـ من ATPS إلى BTPS .

درجة حرارة الغرفة	معامل التصحيح
٢٠	١,١٠٢
٢١	١,٠٩٦
٢٢	١,٠٩١
٢٣	١,٠٨٥
٢٤	١,٠٨٠
٢٥	١,٠٧٥
٢٦	١,٠٦٨
٢٧	١,٠٦٣
٢٨	١,٠٥٧
٢٩	١,٠٥١
٣٠	١,٠٤٥
٣١	١,٠٣٩
٣٢	١,٠٣٢
٣٣	١,٠٢٦
٣٤	١,٠٢٠
٣٥	١,٠١٤
٣٦	١,٠٠٧
٣٧	١,٠٠٠

مباشرة ، فمثلا إذا كانت السعة الحيوية التي حصلنا عليها من الجهاز ٤,٨ لتر وكانت درجة الحرارة ٢٤ درجة مئوية والضغط الجوي لا يختلف عن الضغط عند سطح البحر (٧٦٠مم/ ز) فإننا نضرب الناتج بالرقم ١,٠٨٠ لتصبح السعة الحيوية عند (BTPS) تساوي ٥,١٨٤ لتر ، وبهذا يمكن مقارنة الأفراد الذين تم اختبارهم عند درجات حرارة غرف مختلفة وفي ضغوط جوية مختلفة ، ويمكن استخدام المعادلة التالية عند قياس وظائف الرئتين في ضغوط جوية مختلفة كثيرا عن سطح البحر . (لمزيد من التفاصيل يمكن الرجوع إلى ملحق رقم ٣) .

$$\text{الحجم (BTPS)} = \left(\frac{٢٧٣ + ٣٧}{٢٧٣ + \text{درجة حرارة الغرفة}}\right) \times \left(\frac{\text{الضغط الجوي} - \text{ضغط بخار الماء عند درجة حرارة الغرفة}}{\text{الضغط الجوي} - ٤٧}\right)$$

الغرض من التجربة

١ ـ التعرف على كيفية قياس الوظائف التنفسية .
٢ ـ التعرف على الفرق بين الوظائف التنفسية الساكنة والحركية .
٣ ـ التعرف على العلاقة بين الأحجام والسعات الرئوية .

الأدوات المستخدمة

- جهاز قياس وظائف الرئتين الجاف (Dry Spirometer) من نوع (Vitalograph) .
- ماسك للأنف .

الإجراءات

١ ـ يتم أولا تجهيز الجهاز ووضع ورق الرسم البياني الخاص به في المكان الصحيح مع التأكد من وضع رأس قلم الرسم على نقطة البداية ، ومؤشر حركة الاسطوانة على وضع السعة الحيوية الساكنة (VC) .

٢ ـ يوضع ماسك الأنف على أنف المفحوص بحيث لا يسمح بدخول أو خروج الهواء من الأنف .

٣ ـ توضع قطعة الفم في خرطوم الجهاز ويمسك المفحوص بالخرطوم بيديه ثم يأخذ أكبر شهيق ممكن من الهواء الخارجي ثم يضع فمه في قطعة الفم ويحكم إغلاقه ويخرج أكبر كمية من الهواء من رئتيه ويستمر في إخراج الهواء حتى آخر نفس ممكن . انظر الشكل رقم (١٠-٤) .

٤ ـ يتم بعد ذلك إبعاد خرطوم الجهاز عن الفم وإرجاع قلم الرسم إلى وضع البداية وقراءة الخط البياني على ورق الرسم والذي يشير إلى السعة الحيوية الساكنة .



شكل رقم (١٠-٤): مفحوص يقوم بأداء مناورة قياس الوظائف التنفسية (الصورة من مختبر وظائف أعضاء الجهد البدني- قسم التربية البدنية- جامعة الملك سعود).

٥ - يتم بعد ذلك وضع مؤشر اسطوانة الجهاز في موضع قياس السعة الحيوية القسرية (FVC) .

٦ - يقوم المفحوص بالخطوات السابقة نفسها في رقم (٣) ونحصل بعد ذلك على قراءة الخط البياني الدال على السعة الحيوية القسرية .

٧ - يتم إزالة ماسك الأنف من المفحوص وترمى قطعة الفم في سلة المهملات حتى لا تستخدم مرة أخرى حفاظا على سلامة المفحوصين .

٨ - تتم قراءة البيانات التالية من الرسم البياني كما هو موضح في الشكل رقم (١٠-٥) :

أ) السعة الحيوية الساكنة (VC) .

ب) السعة الحيوية القسرية (FVC) .

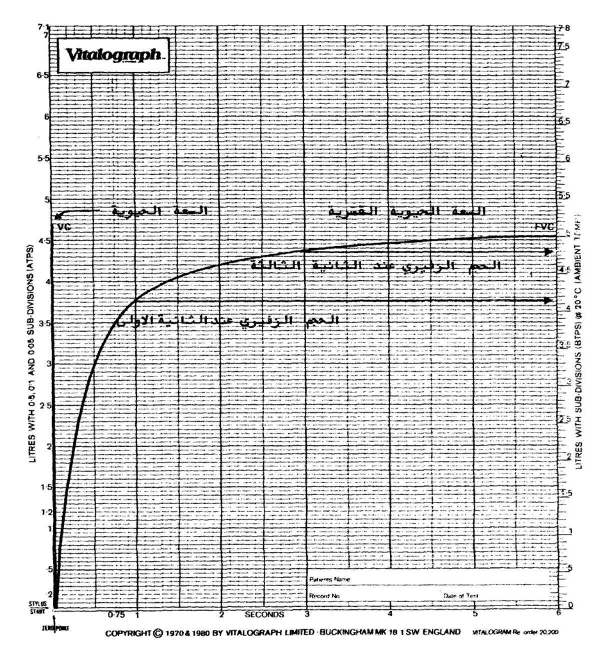
جـ) الحجم الزفيري القسري عند الثانية الأولى (FEV1) .

د) الحجم الزفيري القسري عند الثانية الثالثة (FEV3) .

هـ) الإمكانية التنفسية القصوى (MBC) ويتم تقديرها كالتالي :

الإمكانية التنفسية القصوى = ٣٧,٥ × الحجم الزفيري القسري عند الثانية الأولى .

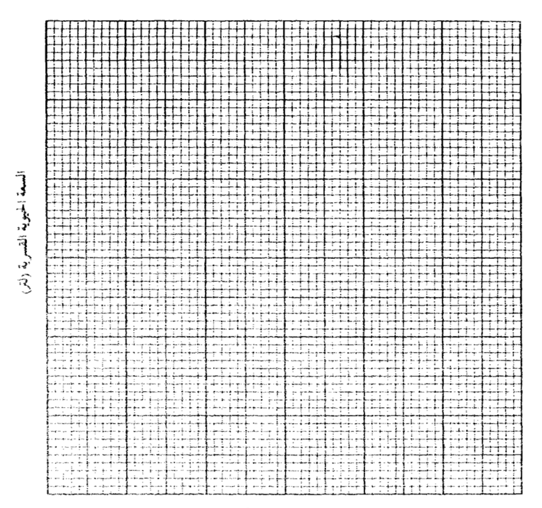
و) سجل جميع البيانات السابقة في ورقة تسجيل البيانات في جدول رقم (١٠-٢) وحاول إيجاد العلاقات الموضحة على ورقتي الرسم البياني رقم (١٠-٦) ورقم (١٠ - ٧).



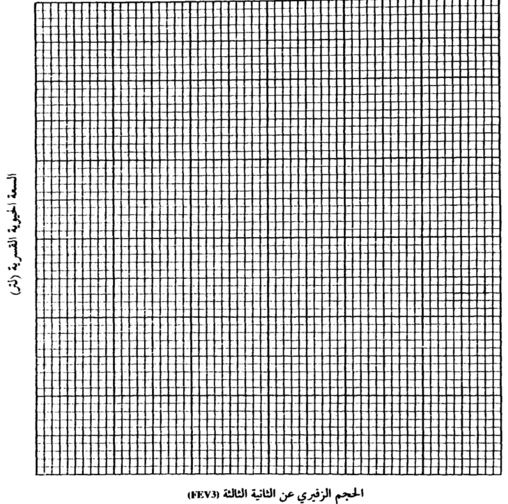
شكل رقم (١٠-٥): يوضح كيفية قراءة الأحجام والسعات الرئوية (الأصل من شركة فيتالوجراف البريطانية)

جدول رقم (١٠ ـ ٢): ورقة تسجيل البيانات : قياس الوظائف التنفسية

الاسم	السعة الحيوية الساكنة (لتر)	السعة الحيوية القسرية FVC (لتر)	الحجم الزفيري الأقصى عند الثانية الأولى FEV1 (لتر)	الحجم الزفيري الأقصى عند الثانية الثالثة FEV3 (لتر)	الإمكانية التنفسية القصوى MBC لتر/(ق)



شكل رقم (١٠-٦) : ورقة الرسم البياني: العلاقة بين السعة الحيوية القسرية والحجم الزفيري عند الثانية الأولى



شكل رقم (١٠-٧) : ورقة الرسم البياني : العلاقة بين السعة الحيوية القسرية والحجم الزفيري عند الثانية الثالثة.

الفصل الثالث

الجهاز العصبي - العضلي - الهيكلي

اختبارات القوة العضلية والتحمل العضلي

تجربة رقم (١١) قياس القوة العضلية والتحمل العضلي .

تجربة رقم (١٢) قياس القوة العضلية (٢) .

تجربة رقم (١٣) العلاقة بين القوة العضلية وحجم العضلة .

اختبارات المرونة

تجربة رقم (١٤) قياس المرونة (١)

تجربة رقم (١٥) قياس المرونة (٢)

اختبارات القدرة اللاهوائية

تجربة رقم (١٦) اختبار مارجريا للقدرة اللاهوائية .

تجربة رقم (١٧) اختبار كالامن للقدرة اللاهوائية .

تجربة رقم (١٨) اختبار القفز العمودي (سارجنت)

تجربة رقم (١٩) اختبار الإمكانية اللاهوائية .

تجربة رقم (٢٠) زمن رد الفعل والحركة .



- الأساس النظري .
- تركيب النسيج العضلي الهيكلي .
- أنواع الانقباض العضلي .
- العوامل المؤثرة على القوة العضلية .
- آلية زيادة القوة العضلية
- التدريب البدني والقوة العضلية .



الأساس النظـــري

مما لا شك فيه أن القـوة العضلية هي إحدى العناصر المهمـة في معظم (إن لم يكن جميع) الحركات والألعاب الرياضية المختلفة ، وبالتالي فمن الضروري التعرف على مفهومها وطرق قياسها مع معرفة كيفية تنميتها . لكن من الضروري أيضا أن نتعـرف ولو باختصار على بعـض المفاهيم النظرية الأسـاسية حول تـركيب النسيج العضلي وأنواع الانقباض العضلي .

تركيب النسيج العضلي الهيكلي (Skeletal Muscle)

يتركب النسيج العضلي أساسا من الخيوط العضليـة(البروتينية) التي هي أساس الانقباض العضلي . ولإعطاء تفصيل أكثر فعندما نتفحص عضلة من العضلات ، ولتكن مثلا العضلة ذات الرأسين (biceps) نجد أنها تتكون من حزم عضلية وهـذه الحزم العضلية تتكون من ألياف عضليـة وتتكون الألياف العضلية من لييفـات عضلية . وتتكون اللييفات العضلية بدورها من الخيوط البروتينية أو الخيوط العضليـة الدقيقة والغليظة أو ما يسمى بالأكتين والميوسين (Actin & Myosin) . ويحدث الانقباض العضلي في الـواقع بحركة خيـوط الميوسين نحو الأكتين ممـا يجعل العضلة تتقلص فعلا . وتحتوي العضلة على المكونات التالية :

٧٥٪ ماء، ٢٠٪ بـروتين، ٥٪ أملاح غير عضويـة وتشمل فوسفات ، كـالسيوم ، مغنيسيوم ، فـوسفور، أيونات الصوديوم ، والبوتاسيوم والكلوريد ، أنزيمات ، أحماض مثل حمض اللبنيك ، أصباغ (pigments) .

أنواع الانقباض العضلي

ينقسم الانقباض العضلي إلى قسمين رئيسين هما :

الانقباض العضلي الثابت (Isometric)

وهو انقباض عضلي بدون حركـة حيث يحدث توتر للعضلة (Tension) ولكن لا يحدث تقلص أو استطـالة

للعضلة وبالتالي لا يحدث حركة حيث تساوي القوة هنا المقاومة . ومن أمثلة هذا الانقباض دفع الحائط أو الضغط باليدين على بعضهما البعض بدون حدوث حركة .

ولقد شاع استخدام هـذا النوع من الانقباض في تدريبات القوة العضلية في الخمسينـات والستينات الميلادية وخاصـة في ألمانيا . ويمكن تطوير القـوة العضلية بواسطة التـدريبات العضلية الثابتـة بالقدر نفسه الـذي يتم فيه تطوير القـوة العضلية بواسطة التـدريبات العضلية المتحركـة (مثل استخدام الأثقال) . ومن مميـزات التدريبات العضلية الثابتـة أنها لا تحتاج إلى أجهزة ويمكن عملها والفرد جـالس في أي وقت، كما أن الانقباض العضلي الثابت يحدث توترا عضليا أقصى ، إلا أن من عيوب هذا النـوع من الإنقباض أنه لا يطور القوة العضلية على المدى الحركي الكامل (Range of motion) حيث إن القـوة العضلية تتطور بشكـل جيد على الزاويـة التي تم فيها التمـرين . ولهذا يجب تكرار الانقباض عند زوايا عديدة لتطوير القوة العضلية على المدى الحركي الكامل لذلك المفصل .

ومن عيوب هذا النوع من الانقباض أنه يؤدي إلى رفع ضغط الدم الشرياني مقارنة بالانقباض العضلي المتحرك ولهذا لا ينصح بمزاولـة هذا النـوع من التدريب لـلأفراد الذين لـديهم ارتفاع ملحـوظ في الضغط (وبخاصـة كبار السن).

الانقباض العضلي المتحرك (Isotonic)

وهـو انقبـاض عضلي متحـرك كما يـوحي الاسم وينتج عنـه شغل حيث يتم تقلـص أو استطـالـة العضلـة المنقبضة، وهو ينقسم إلى قسمين :

● **الانقباض العضلي المتحرك الموجب (Concentric).**

ويحدث فيه تـوتر للعضلـة ثم تقلص وبالتـالي حركـة للمفصل وفيه تكـون القوة أكبر من المقـاومة . ومثـاله التدريبات العضلية باستخدام الأثقال عندما يتمكن الفرد من التغلب على الثقل .

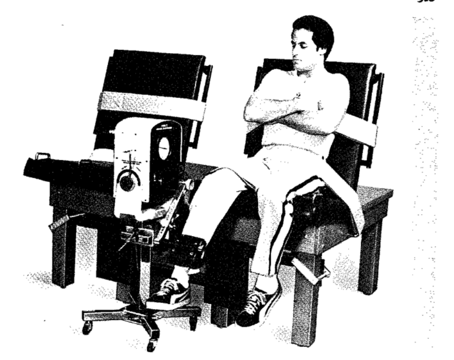
● **الانقباض العضلي المتحرك السالب (Eccentric)**

ويحدث توتر للعضلة ثم استطالة، وبالتالي حركة للمفصل، وفيه تكون القوة أصغر من المقاومة. ومن أمثلة هذا النـوع من الانقباض نزول الـدرج حيث تكون العضلات الفخـذية الأماميـة تقاوم وزن الجسم وتقوم بـانقباض عضلي متحرك سالب . ويتضح إذن من هـذا النوع من الانقباض أنه انقباضٌ عضليٌّ معـاكس للانقباض العضلي الموجب الذي نلاحظه في معظم الحركات الرياضية المعتادة .

وبصورة عـامة، يتميز الانقبـاض العضلي المتحرك (الموجب والسالب) بإمكـانية عمل التدريبـات العضلية بسرعات مختلفة ممـا يطور السرعة وكذلك التحمل . ومن مميـزاته أنه يطور القـوة العضلية على المدى الحركي الكامل

(وإن اختلف مقدار التطوير) . ومن مميزات هذا النوع من التدريب شعور المتدرب بالإنجاز مما يساعد على تحفيزه على التدريب المتواصل . أما عيوب ذلك النوع من الانقباض العضلي، فتتمثل في أن تطوير القوة العضلية لا يتم بشكل متساوٍ على جميع الزوايا وذلك لأن المقاومة تتغير بتغير زاوية عزم التدوير فتصبح المقاومة عالية عند الزاوية الأضعف ومنخفضة عند الزاوية الأقوى . ومن عيوب الانقباض العضلي المتحرك السالب أنه يزيد من الألم العضلي (وهو ذلك الألم الذي يشعر به الممارس بعد حوالى ٢٤ ساعة من التدريب) .

والجدير بالذكر أنه في الآونة الأخيرة ظهرت بعض الأجهزة التي تجمع بين مزايا الإنقباض العضلي الثابت والمتحرك وهي ما تسمى بأجهزة التدريب المتحرك الثابت (المتساوي التوتر) (Isokinetics) - انظر الشكل رقم (١١-١) - حيث يتم التحكم بسرعة حركة المفصل من قبل الجهاز على سرعات متفاوتة ، مما يضمن توترا عاليا عند جميع زوايا عزم التدوير ، وتتلخص فكرتها في أن الجهاز يولد مقاومة تتناسب مع القوة التي يظهرها الفرد تبعا لزاوية عزم التدوير .



شكل رقم (١١-١): أحد أجهزة التدريب المتحرك الثابت Isokinetics (من شركة سايبكس Cybex)

العوامل المؤثرة على القوة العضلية

هناك العديد من العوامل التي قد تؤثر على القوة العضلية ، وعليه يجب أخذها في الاعتبار عند تفسير نتائج الاختبارات ، ومن أهم تلك العوامل ما يلي :

١ ـ حجم العضلات

تشير البحوث العلمية إلى وجود علاقة طردية بين القوة العضلية ومساحة المقطع العرضي للعضلة، وعلى ذلك فإن الأفراد ذوي العضلات الضخمة غالبا ما يكونون أكثر قوة عضلية من الأفراد ذوي العضلات الأصغر حجما، على أنه يجب التنويه إلى أن هذه العلاقة ليست كاملة مائة بالمائة حيث إن القوة العضلية تتحدد أيضا بالإضافة إلى مساحة سطح العضلة بالألياف العصبية المتصلة بالعضلة.

٢ ـ كتلة الجسم

توجد علاقة قوية نسبيا بين كتلة الجسم (وزن الجسم) والقوة العضلية الكلية (المطلقة)، وهذه العلاقة مبنية على أن الوزن الزائد للجسم هو زيادة في وزن العضلات وليس في وزن الشحوم. وقد تظهر هذه الملاحظة جليا في مسابقات رفع الأثقال بشكل عام حيث نجد أن رافعي الأثقال الكبيرة هم غالبا من ذوي الأوزان الكبيرة، وتشير دراسة أجريت على مجموعة من رياضيي رفع الأثقال في دورة مونتريال الأولمبية عام ١٩٧٦م إلى أن معامل الارتباط بين الوزن والقدرة (ability) الكلية على رفع الأثقال هي ٠,٩٩، وهو معامل ارتباط عال جدا.

٣ ـ نوع الألياف العضلية

تتكون الألياف العضلية في جسم الإنسان من مزيج من نوعين رئيسيين يتميز كل منهما بخصائص انقباضية مغايرة إلى حد ما للأخرى، ويسمى النوع الأول بالألياف العضلية البطيئة الخلجة (ST) ويتميز بانقباض بطيء وبقوة منخفضة وقدرة على مقاومة التعب. أما النوع الثاني فيسمى بالألياف العضلية السريعة الخلجة (FT) وتتميز هذه الألياف بانقباض قوي وسريع ولكنها تعتبر قابلة للتعب. ولهذا نجد ان هنالك علاقة طردية قوية إلى حد ما بين نسبة الألياف السريعة الخلجة والقوة العضلية.

٤ ـ التوصيل العصبي

يعتمد الإنقباض العضلي الإرادي ليس فقط على مساحة سطح العضلة ونوع الألياف كما ذكرنا، بل على قدرة التنبيه العصبي القادم إلى تلك العضلات أيضا، ومن المعروف ان التدريب البدني يساعد على زيادة الإثارة العصبية للوحدة الحركية (الوحدة الحركية – Motor unit – هي العصب الحركي والألياف العضلية المتصلة به). بل إن التدريب البدني يساعد على زيادة توظيف وتوافق الألياف العضلية.

٥ ـ العمر

تنخفض القوة العضلية مع التقدم في العمر حيث يعتقد أن القوة العضلية عند سن ٦٠ تكون حوالي ٨٠٪ منها عند سن العشرين.

آلية زيادة القوة العضلية

تتم زيادة القوة العضلية من خلال إحدى الآليتين التاليتين أو كلتيهما معا :

- توظيف عددٍ أكبر من الوحدات الحركية (ويعني ذلك توظيف عددٍ أكبر من الأعصاب الحركية والألياف العضلية المتصلة بها) .
- زيادة عدد مرات التنبيه العصبي إلى الوحدة الحركية العاملة .

التدريب البدني والقوة العضلية

هنالك العديد من الشواهد التي تشير إلى أن القوة العضلية يمكن تطويرها عن طريق تدريبات القوة العضلية ، حيث يحدث تكيف للعضلة وللجهاز العصبي أيضا نتيجة للتدريب البدني . ومن الجدير بالتنويه ضرورة أن نأخذ في الاعتبار الأسس العلمية في تطوير القوة العضلية والمبنية على قاعدتي التدرج (progression) والتحميل الزائد أو زيادة العبء (over load) . ومن المهم أيضا أن تكون تدريبات القوة العضلية ذات علاقة وطيدة بالعضلات المرتبطة بأداء اللاعب في المسابقة وتحاكي قدر الإمكان ما يحدث أثناء الحركات الاعتيادية للاعب في تلك المسابقة .

ومن الجدير بالإشارة أن زيادة العبء على العضلات العاملة عن طريق استخدام مقاومة عالية (أثقال كبيرة) وتكرار منخفض تؤدي إلى تضخم العضلات عن طريق زيادة بناء البروتين داخل العضلات ، ويوضح الجدول رقم (١١-١) كيفية تطوير القوة العضلية والتحمل العضلي عن طريق نظامين مختلفين من التدريب .

جدول رقم (١١-١) : كيفية تطوير القوة العضلية والتحمل العضلي

الهدف	التكرار الأقصى (RM)	الجرعة (No. of set)
تطوير القوة العضلية	١ - ٣	٦ - ٨
تطوير التحمل العضلي	١٢ - ٢٠	٣ - ٤

* يقصد بالتكرار الأقصى لمرة واحدة مثلا قدرة الفرد على رفع الثقل مرة واحدة فقط . . وهكذا .

(المصدر : Oshea 1976)



تجربة رقم (11)

قياس القوة العضلية والتحمل العضلي

- الغرض من التجربة
- الأدوات المستخدمة
- الإجراءات



الغرض من التجربة

١- معرفة كيفية قياس القوة العضلية لليدين ممثلة بقوة القبضة .
٢- معرفة كيفية قياس القوة العضلية للفخذين .
٣- التعرف على العلاقة بين القوة العضلية والتحمل العضلي .

الأدوات المستخدمة

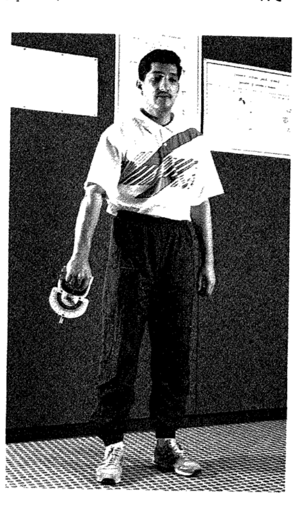
- جهاز قياس قوة القبضة (دينامو ميتر القبضة Grip Dynamometer) .
- جهاز قياس قوة عضلات الفخذين (Leg Dynamometer) .
- ساعة توقيت .

الإجراءات

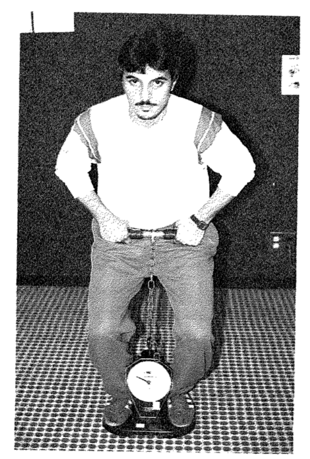
١ - حدد القوة العضلية للقبضة باستخدام مقياس قوة القبضة وذلك بالضغط على المقبض بأقصى قوة ممكنة مع إبقاء اليد ممتدة بعيدا عن الجسم (كما في الشكل رقم ١١-٢) .

٢ - حدد القوة العضلية لعضلات الفخذين باستخدام مقياس قوة عضلات الفخذين وذلك بوضع المقبض بين يديك ومحاولة رفعه إلى أعلى باستخدام عضلات الفخذين فقط مع ملاحظة أن يكون المقبض ملاصقا لمفصل الورك من الأمام ويكون مفصل الركبة في حالة انثناء بزاوية مقدارها ٩٠ درجة تقريبا، مع بقاء الظهر مستقيما كما في الشكل رقم (١١-٣). (حاول ألا تشرك عضلات الظهر أو اليدين) .

٣ - لقياس التحمل العضلي سنستخدم مقياس قوة القبضة وذلك باختيار نسب معينة من القوة العضلية الكلية (المطلقة) مع محاولة الإبقاء عليها أطول فترة ممكنة عن طريق ملاحظة قراءة الجهاز، وبمجرد انخفاض



شكل رقم (١١ ـ ٢): يوضح كيفية قياس قوة القبضة باستخدام مقياس قوة القبضة (الصورة من مختبر وظائف أعضاء الجهد البدني ـ قسم التربية البدنية ـ جامعة الملك سعود).



شكل رقم (١١ ـ ٣): يوضح كيفية قياس قوة عضلات الفخذين باستخدام مقياس قوة عضلات الفخذين (الصورة من مختبر وظائف أعضاء الجهد البدني ـ قسم التربية البدنية ـ جامعة الملك سعود).

المؤشر إلى أقل من الرقم المحدد مسبقا توقف الساعة ويحسب الزمن . وستكون النسب التي سيحاول المفحوص الإبقاء عليها أطول فترة زمنية ممكنة على النحو التالي :

أ) مرة عند نسبة ٥٠٪ من القوة الكلية (المطلقة) .
ب) مرة أخرى عند نسبة ٧٥٪ من القوة الكلية (المطلقة) .

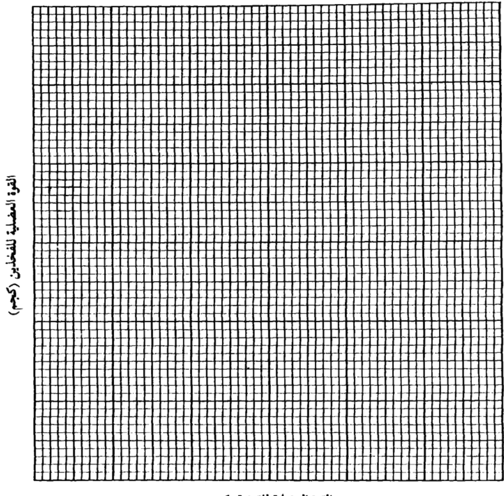
٤ ـ تسجيل البيانات في ورقة التسجيل في جدول رقم (١١-٢) .

٥ - أوجد العلاقة بين قـوة القبضة وقوة عضلات الفخذين وكذلك بين القـوة العضلية للقبضة والتحمل العضلي (بالزمن) وارسمها مستخدما ورقة الرسم البياني شكل رقم (١١-٤) ، وشكل رقم (١١ ـ ٥).

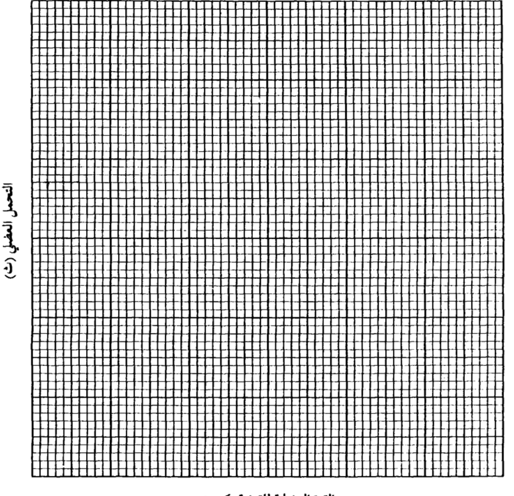
٦ - هل هنالك علاقة بين القوة العضلية والوزن ؟

جدول رقم (١١-٢) : ورقة تسجيل البيانات : القوة العضلية والتحمل العضلي.

الاسم	القوة العضلية للقبضة (كجم)	القوة العضلية للفخذين (كجم)	التحمل العضلي للقبضة (ث)



شكل رقم (١١ ـ ٤): ورقة الرسم البياني: العلاقة بين القوة العضلية للقبضة والقوة العضلية للفخذين.



شكل رقم (١١ ـ ٥): ورقة الرسم البياني: العلاقة بين القوة العضلية للقبضة والتحمل العضلي.

تجربة رقم (١٢)

قياس القوة العضلية (٢)

- الغرض من التجربة
- الأدوات المستخدمة
- الإجراءات

الغرض من التجربة

١ – معرفة كيفية قياس القوة العضلية للعضلة العضدية ذات الرأسين .
٢– معرفة كيفية قياس القوة العضلية للعضلة العضدية ذات الرؤوس الثلاثة .
٣– معرفة كيفية قياس القوة العضلية لعضلات الفخذ الأمامية .
٤– معرفة كيفية قياس القوة العضلية لعضلات الفخذ الخلفية .
٥– التعرف على العلاقة بين العضلات القابضة والباسطة (Agonists & Antagonists) .

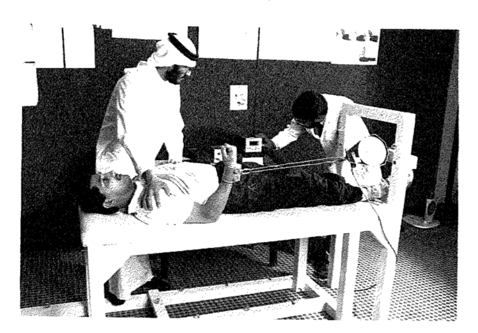
الأدوات المستخدمة

- جهاز قياس القوة العضلية .
- كيبل شد Tensiometer
- طاولة خشبية (معدة لهذا الغرض) .
- أربطة لليد وللساق .
- منقلة لقياس الزوايا .

الإجراءات

١ – يتم قياس قوة العضلة ذات الرأسين بواسطة وضع الرباط على المعصم ثم يأخذ المفحوص الوضع الملائم (انظر الشكل رقم ١٢–١) مستلقيا على ظهره، ويكون المرفق ملامسا الطاولة مع وضع زاوية مفصل الذراع (المرفق) بين ١١٠ – ١٢٠ درجة .

٢– يتم تثبيت طرف كيبل الشد بالرباط المحيط بمعصم اليد وطرفه الآخر بجهاز قياس القوة .



شكل رقم (١٢-١): قياس قوة العضلة ذات الرأسين باستخدام كيل الشد وطاولة معدة لهذا الغرض، (الصورة من مختبر وظائف أعضاء الجهد البدني- قسم التربية البدنية- جامعة الملك سعود).

٣- يبدأ المفحوص بشد (سحب) الكيبل بأقصى قوة ممكنة وتسجل أعلى قراءة للجهاز بعد ذلك.

٤- يتم قياس قوة العضلة ذات الرؤوس الثلاثة بالطريقة السابقة نفسها ولكن يكون الشد بصورة معاكسة مع الإبقاء على زاوية مفصل الذراع نفسها عند ١١٠ - ١٢٠ درجة.

٥- لقياس قوة عضلات الفخذ الأمامية يجلس المفحوص على طرف الطاولة وتكون ساقه في وضع متدل، ويثبت رباط القدم في أسفل الساق عند الكاحل بشكل محكم ثم يوصل كيبل الشد بالرباط والطرف الآخر بجهاز قياس القوة العضلية، كما هو موضح بالشكل رقم (١٢-٢)، على أن تكون زاوية مفصل الركبة عند ١١٠ درجة.

٦- يقوم المفحوص بعد ذلك بشد الكيبل بأقصى قوة ممكنة وتسجل أعلى قراءة، مع ملاحظة أن يتم الضغط على فخذ المفحوص من الجهة البعيدة عن الركبة حتى لا يستخدم عضلات أخرى في عملية القياس.

٧- لقياس عضلات الفخذ الخلفية يستلقي المفحوص على البطن رافعا ساقه بحيث تكون زاوية مفصل الركبة عند حوالي ١٥٠ درجة ويتم تثبيت الرباط حول أسفل الساق بشكل محكم ثم يوصل كيبل الشد بالرباط من طرف وبجهاز القوة من الطرف الآخر (انظر الشكل رقم ١٢-٣).



شكل رقم (١٢ ـ ٢): قياس قوة عضلات الفخذ الأمامية مع ملاحظة ضبط زاوية مفصل الركبة عند ١١٠ درجة (الصورة من مختبر وظائف أعضاء الجهد البدني ـ قسم التربية البدنية ـ جامعة الملك سعود).



شكل رقم (١٢ ـ ٣): قياس قوة عضلات الفخذ الخلفية مع ملاحظة ضبط زاوية مفصل الركبة عند ١٥٠ درجة. (الصورة من مختبر وظائف أعضاء الجهد البدني ـ قسم التربية البدنية ـ جامعة الملك سعود).

٨- يقوم المفحوص بشد الكيبل بأقصى قوة ممكنة وتسجل أعلى قراءة ، مع محاولة الإبقاء على وضع المفحوص ثابتا ما أمكن وذلك بالضغط على عضلات الإلية .

٩- تسجيل جميع البيانات بعد ذلك في ورقة تسجيل البيانات في جدول رقم (١٢-١) .

١٠- أوجد العلاقة بين قوة العضلة ذات الرأسين وذات الرؤوس الثلاثة، وكذلك بين قوة عضلات الفخذ الأمامية والخلفية مستخدما الرسوم البيانية في ورقة الرسم البياني بالشكل رقم (١٢-٤)، والشكل (١٢-٥) .

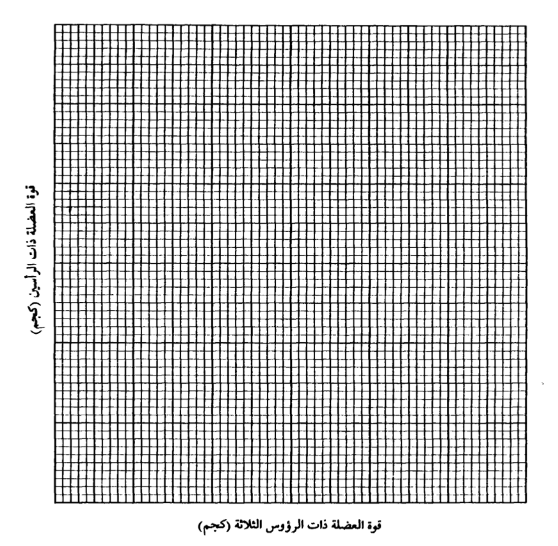
١١- حاول إيجاد قوة عضلات الفخذين الأمامية والخلفية لكل كجم من وزن الجسم (بقسمة القوة العضلية للفخذين على وزن الجسم) .

١٢- يمكن تكرار التجربة لكل من عضلات الذراعين والفخذين مع تغيير زاوية الشد ، والمعروف أن القوة العضلية تتغير مع تغيير زاوية الشد حيث إن هناك زاوية شد مثالية تكون عندها القوة العضلية أكبر ما يمكن نتيجة لزاوية عزم التدوير ، ولهذا يمكن تكرار التجربة مع تغيير زوايا الشد على النحو التالي : ٤٠°، ٦٠°، ٨٠°، ١٠٠°، ١٢٠°، ١٤٠°، ١٦٠°، وتسجيل البيانات في ورقة التسجيل في جدول رقم (١٢-٢) .

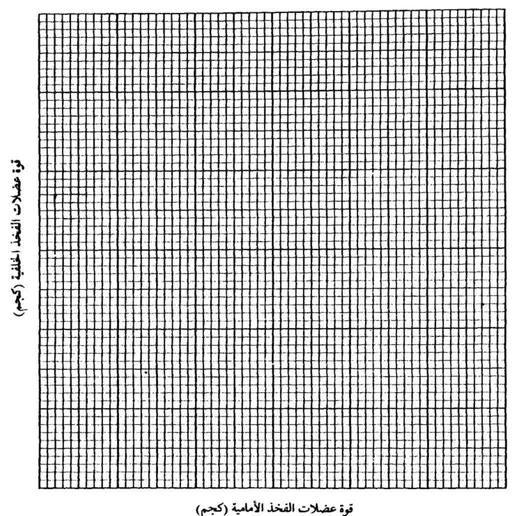
ملاحظة: تشير الأبحاث العلمية إلى أن ضعف العضلات القابضة للساق (عضلات الفخذ الخلفية) مقارنة بالعضلات الباسطة للساق (عضلات الفخذ الأمامية) يساعد على إصابة مفصل الركبة ، ولهذا يجب على اللاعب أن يحرص على تقوية عضلات الفخذ الخلفية ليقلل الفجوة بين القوة العضلية للعضلات الخلفية والأمامية للفخذ .

جدول رقم (١٢-١): ورقة تسجيل البيانات: القوة العضلية (٢).

الاسم	قوة العضلة ذات الرأسين (كجم)	قوة العضلة ذات الرؤوس الثلاثة (كجم)	نسبة ذات الرؤوس الثلاثة إلى ذات الرأسين (٪)	قوة عضلات الفخذ الأمامية (كجم)	قوة عضلات الفخذ الخلفية (كجم)	نسبة قوة عضلات الفخذ الخلفية إلى الأمامية (٪)



شكل رقم (١٢-٤) : ورقة الرسم البياني : العلاقة بين قوة العضلة ذات الرأسين وقوة العضلة ذات الرؤوس الثلاثة .



شكل رقم (١٢ ـ ٥): ورقة الرسم البياني: العلاقة بين قوة عضلات الفخذ الأمامية والخلفية.

جدول رقم (١٢-٢): ورقة تسجيل البيانات : تأثير زاوية المفصل على القوة العضلية.

الاسم	القوة العضلية عند زاوية المفصل						
	°٤٠	°٦٠	°٨٠	°١٠٠	°١٢٠	°١٤٠	°١٦٠

تجربة رقم (١٣)

العلاقة بين القوة العضلية وحجم العضلة

- الغرض من التجربة
- الأدوات المستخدمة
- الإجراءات



الغرض من التجربة

١- معرفة العلاقة بين القوة العضلية وحجم العضلات العلوية من الجسم .
٢- معرفة العلاقة بين القوة العضلية وحجم العضلات السفلية من الجسم .

الأدوات المستخدمة

- جهاز ديناموميتر القبضة .
- جهاز لقياس قوة العضلات العضدية (ذات الرأسين وذات الرؤوس الثلاثة) .
- كيبل شد مع جهاز قياس القوة كما في التجربة السابقة .
- شريط قياس لقياس محيط العضلات .

الإجراءات

سيتم التعبير عن حجم العضلات بصورة غير مباشرة من خلال قياس محيطها ، ولهذا سنحاول إيجاد العلاقة بين كل من قوة القبضة ومحيط الساعد وكذلك العلاقة بين متوسط قوة العضلة ذات الرأسين وذات الرؤوس الثلاثة ومحيط العضد، وكذلك بين متوسط قوة عضلات الفخذين الأمامية والخلفية ومحيط الفخذ ، وذلك على النحو التالي :

١- يتم قياس أكبر محيط للساعد بواسطة شريط القياس .
٢- يتم قياس أكبر محيط للعضد والعضلات في حالة ارتخاء واليد ممدودة إلى أسفل .
٣- يتم قياس محيط الفخذ من موقع منتصف المسافة بين الورك والركبة .
٤- يتم بعد ذلك قياس قوة عضلات القبضة كما في التجربة رقم (١١) ، ويعطى المفحوص محاولتين تسجل أفضلهما .

٥- يتم قياس قوة العضلة ذات ا لرأسين والعضلة ذات الرؤوس الثلاثة كما في التجربة رقم (١٢) ويؤخذ متوسطهما كمؤشر لقوة عضلات العضد .

٦- يتم قياس قوة عضلات الفخذين الأمامية والخلفية كما في التجربة رقم (١٢) ويؤخذ متوسطهما كمؤشر لقوة عضلات الفخذين .

٧- يتم تسجيل البيانات في ورقة تسجيل البيانات في جدول رقم (١٣-١) .

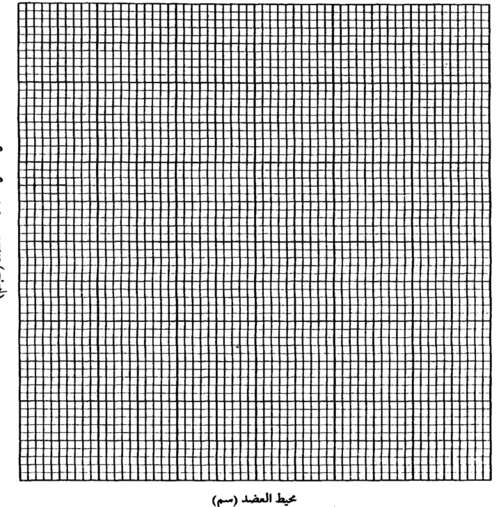
٨- يتم تمثيل البيانات على ورق الرسم البياني في الأشكال (١٣-١) و (١٣ ـ ٢) و (١٣ ـ ٣) .

٩- يمكن قياس سمك الجلد عند العضلة ذات الرأسين والعضلة ذات الرؤوس الثلاثة وكذلك عند الفخذ وتحديد نسبة الشحوم (كما في الجزء الرابع من هذا الكتاب) وأخذ ذلك في الاعتبار عند إجراء العلاقات المذكورة .

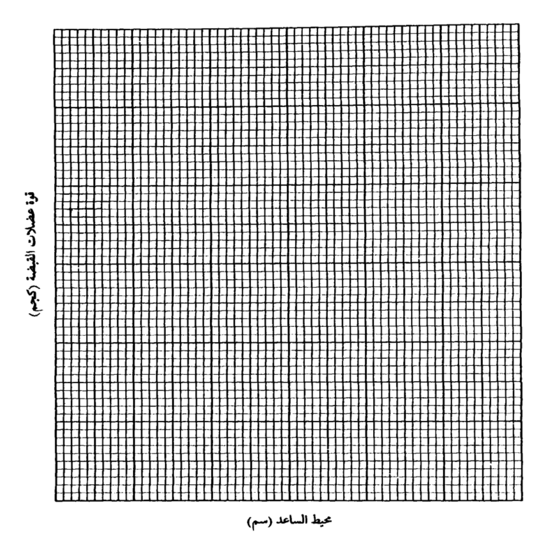
جدول رقم (١٣-١) : ورقة تسجيل البيانات : العلاقة بين القوة العضلية وحجم العضلة .

الاسم	محيط الساعد (سم)	قوة القبضة (كجم)	محيط العضد (سم)	قوة عضلات العضد (كجم)			محيط الفخذ	قوة عضلات الفخذ (كجم)		
				ذات الرأسين	ذات الرؤوس الثلاثة	المتوسط		الأمامية	الخلفية	المتوسط

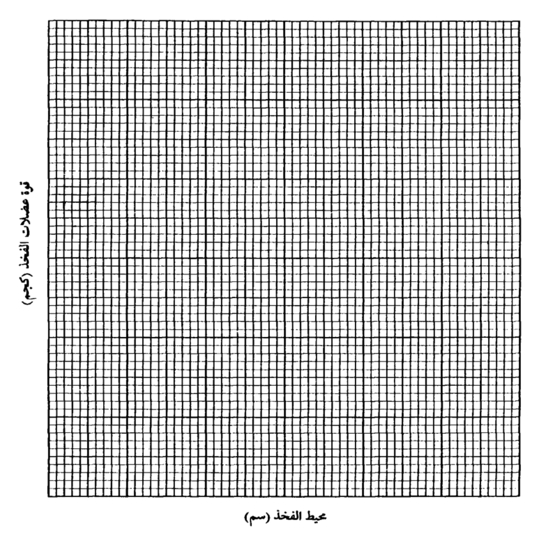




شكل رقم (١٣-١) : ورقة الرسم البياني : العلاقة بين قوة عضلات العضد ومحيطه.



شكل رقم (١٣-٢) : ورقة الرسم البياني : العلاقة بين قوة عضلات القبضة ومحيط الساعد.



شكل رقم (١٣-٣) : ورقة الرسم البياني : العلاقة بين قوة عضلات الفخذ ومحيطه.

اختبارات المرونة

- مقدمة
- العوامل المؤثرة على المرونة
- وسائل تنمية المرونة
- كيفية قياس المرونة

مقدمة

يمكن تعريف المرونة (Flexibility) على أنها المدى الحركي عند مفصل (كمفصل الورك مثلا) أو مجموعة من المفاصل (كمفصل العمود الفقري) . وتعتبر المرونة عنصرا مهما للأداء المتميز في ا لكثير من الألعاب الرياضية ، بل إن الاعتقاد السائد هو أن نقص المرونة في بعض الحالات قد يؤدي إلى تهيئة اللاعب أو الممارس للإصابة ، .على الرغم من عدم وجود دراسات علمية تثبت هذا الاعتقاد بالتجربة المباشرة . ومن الجدير بالإشارة هنا أن اختبارات المرونة تعتبر ذات طابع تخصصي تبعا للمفصل أو المفاصل التي يوظفها ذلك الاختبار، فمرونة مفاصل العمود الفقري مثلا يعبر عنها الاختبار الذي يقيس مرونة منطقة العمود الفقري فقط ، وهكذا.

ويمكن تقسيم المرونة إلى مرونة ساكنة (Static flexibility) ومرونة حركية (Dynamic flexibility) وتعني المرونة الساكنة المدى الحركي عند مفصل أو مجموعة من المفاصل ، بينما المرونة الحركية تعني ببساطة مرونة الحركة أو مقدار سهولة ويسر الحركة حول المفصل وليس المدى الحركي أو بمعنى آخر مقدار مقاومة الحركة . وعلى الرغم من محاولات الفصل بين المرونة الساكنة والمرونة المتحركة إلا أن المتعارف عليه هو ما يشير إلى المرونة الساكنة لعدم وجود تعريف واضح ومقبول للمرونة المتحركة .

العوامل المؤثرة على المرونة

هناك بعض العوامل التى تحد من مرونة المفصل ، منها تركيب المفصل حيث إن مفاصل الجسم يختلف بعضها عن بعض ، فمثلا مفصل الورك يختلف في تركيبه عن مفصل الركبة أو مفاصل العمود الفقري . ويحد أيضا من مرونة المفصل ما يحيط به من أنسجة كالعضلات والأوتار والأربطة والأحزمة والجلد حيث إن تلك الأنسجة (الرخوة) تلعب دورا مهما في كونها قابلة للاستطالة وبالتالي تزيد مرونة ذلك المفصل .

وتؤثر عوامل كالعمر والجنس ونمط الجسم والتدريب البدني على مقدار المرونة لدى الفرد . ويتفق العديد من المختصين على أن الأسلوب أو النمط الحركي المعتاد لدى الأفراد قد يكون من أهم العوامل السابقة الذكر .

ويدلل على ذلك ما للجلسة العربية المعتادة في المجتمع السعودي من تأثير على مرونة مفصلي الوركين . ومن العوامل الأخرى المؤثرة على قياس المرونة أيضا الإحماء وكذلك درجة الحرارة الخارجية مما يجعل العديد من المختصين يطالب بضبط مقدار الإحماء ودرجة الحرارة الخارجية عند عمل اختبارات المرونة للأفراد .

أما المرونة الحركية فتتأثر بالعديد من العوامل أهمها مطاطية (Elasticity) ولدونة (Plasticity) المفصل وبدرجة أقل بعوامل مثل القصور الذاتي (Inertia) والإحتكاك (Friction) .

وسائل تنمية المرونة

هناك ثلاث طرق رئيسة لتنمية المرونة وهي :

١- تمرينات الاستطالة الساكنة Static stretching

٢- تمرينات الاستطالة الحركية Dynamic stretching

٣- التسهيل التقبلي الذاتي للجهاز العصبي العضلي Proprioceptive Neuromuscular Facilitation (PNF)

حيث يتم في الطريقة الأولى وهي الاستطالة الساكنة عمل استطالة للعضلات والأربطة المحيطة بالمفصل بشكل بطيء جدا ثم المحافظة على وضع الاستطالة لفترة قصيرة ومن ثم الرجوع إلى الوضع الابتدائي. وتتميز هذه الطريقة بعدم تعريضها المفصل للإصابة كما يحدث في الطريقة الثانية وهي الاستطالة الحركية حيث يتم عمل استطالة للعضلات والأربطة المحيطة بالمفصل بقوة دافعة كالمرجحة مثلا مما يعرض المفصل للإصابة . وتشير الدراسات العلمية إلى أنه لا يوجد فرق واضح في اكتساب المرونة نتيجة لاستخدام أي من الطريقتين السابقتين .
أما الطريقة الثالثة ، وهي تمرينات الاستطالة عن طريق التسهيل التقبلي الذاتي للجهاز العصبي العضلي فتتم عن طريق عمل تمرين استطالة ساكنة أولا ثم محاولة إحداث انقباض عضلي ثابت للعضلات المراد استطالتها (عن طريق مقاومة خارجية كزميل مثلا) ثم السماح لتلك العضلات بالارتخاء وإحداث انقباض عضلي للعضلات المضادة (Antagonist) .

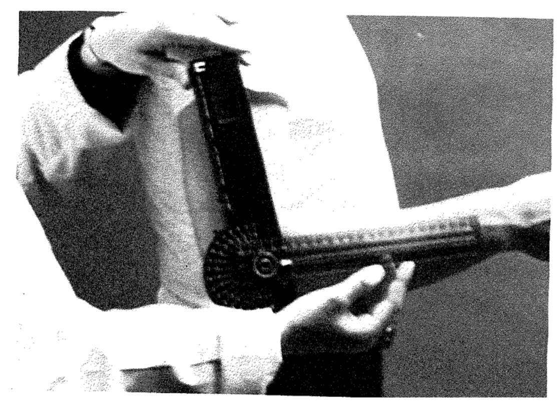
كيفية قياس المرونة

هنالك العديد من الإختبارات الموجودة بغرض قياس المرونة ، على أنه يمكن تقسيمها إلى قسمين رئيسين:

- قياسات مباشرة .
- قياسات غير مباشرة .

القياسات المباشرة

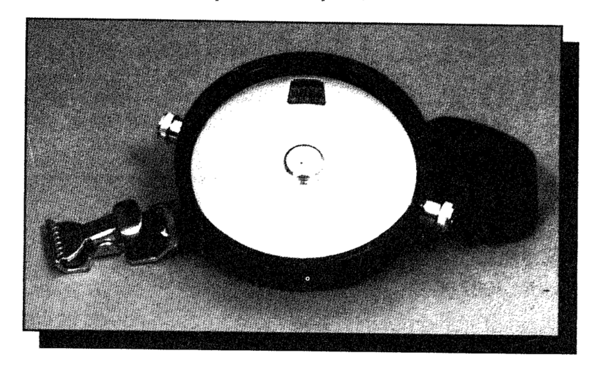
من أهم القياسات المباشرة للمرونـة ما يسمى بمقياس زاوية المفصل أو (Goniometer) كما هو موضح في الشكل رقم (١٤-١) وهـو جهاز يشبـه المنقلة الخاصة بقيـاس الزوايـا ولكن بذراعين متحـركين ، ويتم وضع المقياس على محور دوران المفصل . وذراع المقياس على طول محور العظم الأطول ومن ثم قياس الدرجة التي تمثل درجة المرونة في هذه الحالة .



شكل رقم (١٤-١): مقياس زاوية المفصل (Goniometer) (من شركة لافييت الأمريكية (Lafayette)) .

ويتعرض هذا الجهاز في الوقت الحاضر لنقد شديد نظرا لعدم ثباته كمقياس للمرونة ولصعوبة تحديد محور الحركة وخاصة للمفصل ذي الحركة المركبة (Complex motion) .

بالإضـافة إلى الجهـاز السابق يـوجد أيضـا جهاز آخـر لقياس المرونـة مباشرة ويسمى مقيـاس المرونة أو (Flexometer) ومن أشهرها لايتون (Leighton Flexometer) ، كما هو موضح في الشكل رقم (١٤-٢)، والذي يتكون من إبرة جاذبية كإبرة البـوصلة ، ولكنها تشير دائما إلى اتجاه الجاذبية حيث يمثل ذلك وضع البداية ، ويتم الحصول على مقدار المرونـة بالدرجات ويمكن بـاستخدام مقياس لايتون للمـرونة عمل مجموعة قيـاسات لمرونة عدة مفاصل من الجسم وتحديد الدرجة المتوسطة التي تمثل المرونة العامة للفرد .



شكل رقم (١٤-٢) : مقياس المرونة (Leighton Flexometer) .

القياسات غير المباشرة

يتوافر العديد من الاختبارات السهلة غير المباشرة للمرونة والتي تعتمد على قياس المسافة بين أجزاء تشريحية في الجسم، ومن أكثر تلك الاختبارات شيوعا صندوق المرونة لقياس مرونة عضلات الفخذين الخلفية وأسفل الظهر ، وسوف نستعرض لاحقا وصفا لبعض التجارب في هذا الشأن .

تجربة رقم (١٤)

قياس المرونة (١)

- الغرض من التجربة
- الأدوات المستخدمة
- الإجراءات



الغرض من التجربة

التعرف على كيفية قياس مرونة عضلات أسفل الظهر وعضلات الفخذين الخلفية .

الأدوات المستخدمة

صندوق مرونـة (وهو يتكون من صندوق خشبي مـربع طول ضلعه ٤٠ سم ومثبت فـوق سطحه العلوي مسطرة مدرجة بالسنتيمتر لا تقل عن ٨٠ سم) ويكون جـزء من المسطرة بارزا إلى الأمام بمقدار ٤٠ سم . أنظر الشكل رقم (١٤-٣) .

الإجراءات

١- يستحسن منعا لتأثير الإحماء والحرارة الخارجية على المرونة عمـل تمرينات الإحماء والاستطالة أولا قبل القياس وإجراء الاختبار في جو مختبر معتدل الحرارة .

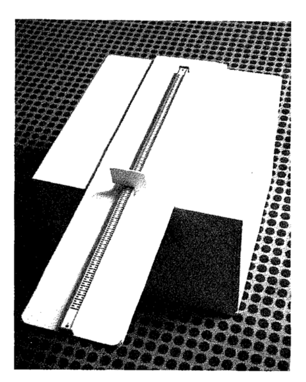
٢- على المفحوص خلع حـذائه ثم الجلوس على الأرض مقـابل الجهة الأمـامية للصنـدوق ويكون بـاطنا القدمين ملامسين للصندوق تماما والساقان ممتدتين (انظر الشكل رقم ١٤-٤) .

٣- يبدأ المفحـوص بمد يـديه بصـورة متقاربة ودفع القطعـة المتحركـة الموجودة على المسطـرة المدرجة إلى أقصى مدى ممكن (تتم عملية الدفع ببطء لتجنب الاستفادة من الزخم (momentum) .

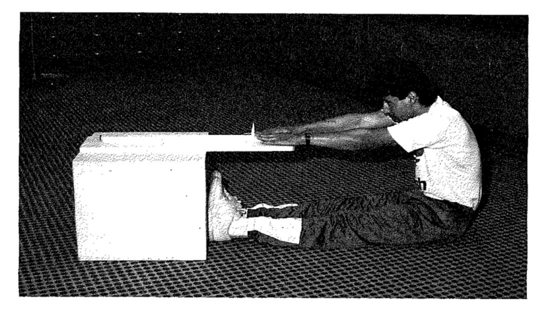
٤- يعطى المفحـوص محاولة أخرى وتسجل القـراءة الأفضل في ورقـة تسجيل البيـانات في جـدول رقم (١٤-١) .

٥- يمكن عمل الاختبار قبل الإحماء ثم تكراره بعد الإحماء ومعرفة تأثير ذلك على المرونة .

٦- هل ترتبط المرونة بنوعية التدريب الذي يمارسه المفحوص ؟ أو بوزن اللاعب أو طوله ؟ حاول معرفة ذلك .



شكل رقم (١٤-٣): صندوق المرونة وتبدو المسطرة المدرجة (الصورة من مختبر وظائف أعضاء الجهد البدني- قسم التربية البدنية- جامعة الملك سعود).



شكل رقم (١٤-٤): كيفية قياس المرونة بواسطة صندوق المرونة (الصورة من مختبر وظائف أعضاء الجهد البدني- قسم التربية البدنية- جامعة الملك سعود).

جدول رقم (١٤ ـ ١): ورقة تسجيل البيانات: قياس المرونة (١).

الاسم	المرونة بالسنتيمتر قبل الإحماء	المرونة بالسنتيمتر بعد الإحماء

تجربة رقم (١٥)

قياس المرونة (٢)

- الغرض من التجربة
- الأدوات المستخدمة
- الإجراءات



الغرض من التجربة

التعرف على كيفية قياس مرونة الظهر بواسطة ثني الجذع للخلف .

الأدوات المستخدمة

جهاز قياس مرونة الظهر ، وهو مكون من قائم مدرج ذي قاعدة تنزلق حول عارضة صغيرة كما هو موضح في الشكل رقم (١٥-١) . وفي حالة عدم توافر هذا الجهاز يمكن استبداله بمسطرة خشبية أو حديدية ذات طول يصل على الأقل إلى ٨٠ سم .



شكل رقم (١٥ ـ ١) : جهاز قياس مرونة الظهر بواسطة ثني الجذع للخلف (من شركة تاكي اليابانية Takei) .

الإجـراءات

١- يستحسن عمل تمرينات الإحماء قبل أداء الاختبار .

٢- على المفحوص الانبطاح على البطن ووضع يديه متشابكتين فوق الرقبة .

٣- يوضع الجهـاز بالقرب من الـرأس ويقوم المفحوص برفع كتفيـه مع ثني الظهر إلى أعلى مسافـة ممكنة (تتم العملية ببطء لتجنب الاستفادة من الزخم Momentum) .

٤- يتم رفع العارضة الأفقية حتى موازنة الفك السفلي وتتم قراءة المسافة .

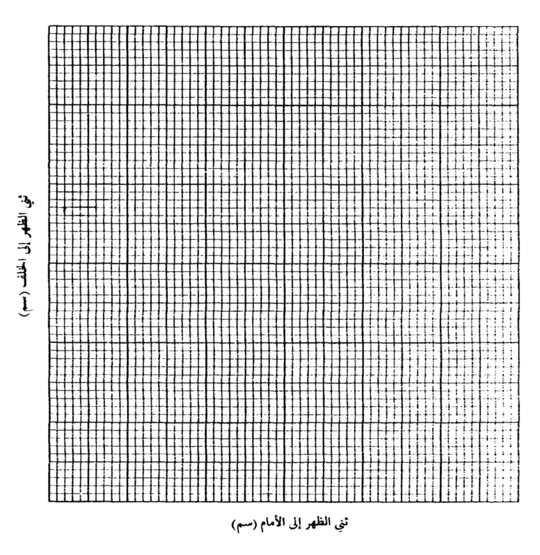
٥- يعطى المفحوص محاولة أخرى ويتم تسجيل القراءة الأفضل على ورقة تسجيل البيانات في جدول رقم (١٥-١) .

٦- يمكن عمل الاختبار قبل الإحماء ثم تكراره بعد الإحماء .

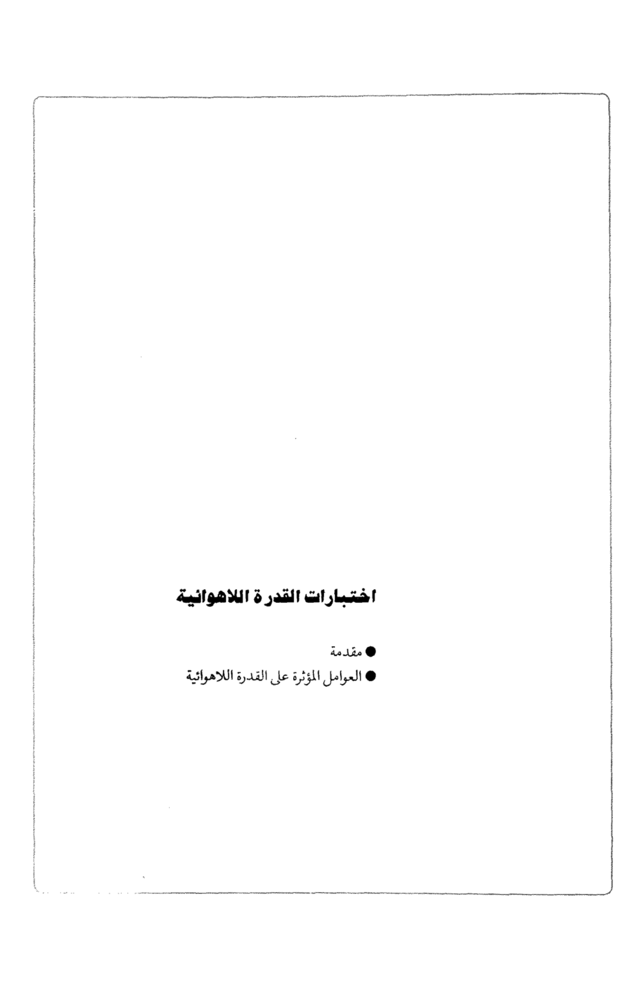
٧- أوجد العلاقـة بين مرونة عضلات الظهر بـواسطة ثني الظهر إلى الأمام (المرونة ١) ومـرونة عضلات الظهر بواسطة ثني الظهر للخلف (المرونة ٢) باستخدام ورقة الرسم البياني في جدول رقم (١٥-٢) .

جدول رقم (١٥-١) : ورقة تسجيل البيانات: المرونة (٢).

الاسم	المرونة (١) ثني الظهر إلى الأمام (سم)	المرونة (٢) ثني الظهر إلى الخلف (سم)



شكل رقم (١٥-٢) : ورقة الرسم البياني : العلاقة بين المرونة (١) والمرونة (٢).



اختبارات القدرة اللاهوائية

- مقدمة
- العوامل المؤثرة على القدرة اللاهوائية

مقدمة

إن القـدرة على القفز أو الجري السريع أو الـرمي أو أداء جهد بـدني عال في أقصر زمن ممكن كلهـا تتطلب توافر القدرة اللاهوائية لدي الفرد . وتمثل هذه القدرة اللاهوائية (والتي تسمى في بعض الأحيان القدرة فقط أو القدرة المتفجـرة) قدرة الفرد على أداء شغل معين في زمن معين ، وعـادة ما يتم حساب الـزمن بالثانيـة . وترتبط القدرة اللاهوائية بالقوة العضلية إلا أنها في الواقع تعتمد على معـدل توفير الطاقة اللاهوائية للعضلات عن طريق المصدر السريع للطاقة والذي يتمثل في تحلل الأدينـوسين ثلاثى الفوسفات المخزن في العضلات (ATP) وكذلك على تحلل فوسفات الكرياتين (PC) .

يوجـد العديـد من اختبارات القدرة الـلاهوائيـة ، وتعتمد في مجملهـا على قياس شغل محدد في أقصر زمن ممكن . ومن أهم تلك الاختبارات اختبار مـارجريا (Margaria) للقدرة اللاهوائية واختبار كالامن (Kalamen) للقدرة اللاهوائيـة واختبار القفز العمودي (Vertical jump) ، وسنتطـرق لكل منهـا لاحقـا ، على أنـه يجب أن نوضح أن القدرة تساوي عزم التدوير × السرعة أو بمعنى آخر يمكن أن نقول أنها تساوي :

$$\frac{\text{الشغل}}{\text{الزمن}} \quad \text{أو} \quad \frac{\text{القوة} \times \text{المسافة}}{\text{الزمن}}$$

العوامل المؤثرة على القدرة اللاهوائية

هناك العـديد من العوامل التي تؤثـر على القدرة اللاهـوائية وسنتطرق لأهمها ، وإن كـان بعض من هذه العوامل يؤثر على القدرة اللاهوائية فهو مؤثر بشكل أو بآخر على الإمكانية اللاهوائية والتي سيأتي تعريفها لاحقا.

١ – معدل إنتاج الأدينوسين ثلاثي الفوسفات في العضلات (ATP) .

٢ – محتوى العضلة من الجلايكوجين .

٣- القدرة على تحمل مستوىً عال من حمض اللبنيك (سجل لبعض اللاعبين تركيز لحمض اللبنيك في الدم حوالي ٢٥ ملي مول في اللتر) .

٤- القدرة على تحمل حموضة عالية للدم الشرياني (أس هيدروجيني منخفض حيث سجل لبعض الرياضيين ٦ر٨ في الدم الشرياني وحوالي ٦,٤ في العضلات) .

٥- نسبة الألياف العضلية السريعة الخلجة (Fast twitch) فكلما كانت نسبتها عالية كان هناك احتمال لامتلاك قدرة لاهوائية عالية .

٦- قدرة الجهاز القلبي الدوري على ضخ أكبر كمية من الدم إلى العضلات العاملة .

تجربة رقم (١٦)

قياس القدرة اللاهوائية باستخدام اختبار مارجريا

(Margaria Test)

- الأساس النظري
- الغرض من التجربة
- الأدوات المستخدمة
- الإجراءات



الأساس النظري

إن أول من أشار إلى هذا الاختبار هو العالم الفسيولوجي الإيطالي مارجريا (Margaria) ولهذا ينسب إليه هذا الاختبار ، وهو من أكثر الاختبارات شيوعا لقياس القدرة اللاهوائية نظرا لسهولة تطبيقه وقلة تكلفته حيث يتطلب تطبيقه وجود درج (Stairs) وساعة توقيت فقط . ويعتبر مستوى ثبات الاختبار وإعادة الاختبار (Test retest) عاليا جدا حيث يبلغ معامل الارتباط هنا أكثر من ٠,٩٠ ورغم سهولة وثبات اختبار مارجريا للقدرة اللاهوائية إلا أن من عيوبه أن المقاومة ليست عالية خاصة عند معظم الأفراد (المقاومة هنا وزن الجسم) ويؤكد ذلك أن الدراسات التي تم فيها وضع ثقل على المفحوص أظهرت زيادة في القدرة اللاهوائية لدى الفرد مقارنة بما لو كان دون ثقل (تحسن مقداره ١٠٪ عند إضافة ٣٠٪ من وزن الجسم في إحدى الدراسات) . ويتم حساب القدرة اللاهوائية في اختبار مارجريا على النحو التالي :

القدرة اللاهوائية = القوة × السرعة

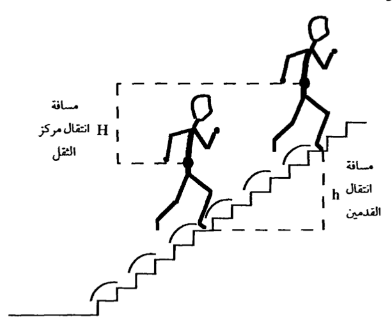
= وزن الجسم (نيوتن) × السرعة العمودية (م/ث)

$$= \frac{\text{كتلة الجسم (كجم)} \times \text{تسارع الجاذبية (م ث}^{2}\text{)} \times \text{المسافة (متر)}}{\text{الزمن (ث)}}$$

$$= \frac{\text{وزن الجسم (كجم)} \times 9{,}81 \times \text{المسافة (متر)}}{\text{الزمن (ث)}}$$

وتتلخص فكرة اختبار مارجريا كما يوضحه الشكل رقم (١٦-١) في الجري بأقصى سرعة ممكنة على درج صلب (ارتفاع كل عتبة منه يساوي ٢٠سم) وقياس الزمن اللازم لقطع المسافة بين نقطتين من الدرج مع حساب المسافة المقطوعة أفقيا والتي تعد هنا المسافة (بالمتر)، وتكون المقاومة في هذا الحال وزن الجسم على افتراض ان المسافة بين مركز ثقل الجسم من النقطة الأولى إلى النقطة الثانية (H) يساوي المسافة المقطوعة أفقيا (h) أو

(Vertical distance) . والجدير بالذكر في اختبار مارجريا أن المفحوص يقوم بصعود الدرج واطئا عتبة بعد الأخرى (عتبتان في كل خطوة) .



شكل رقم (١٦-١) : اختبار مارجريا للقدرة اللاهوائية من خلال قياس الزمن اللازم لصعود الدرج (عتبتان في كل خطوة) .

الغرض من التجربة

١ - التعرف على مفهوم القدرة اللاهوائية وعلاقتها بالطاقة اللازمة للعضلات .
٢- التعرف على كيفية قياس القدرة اللاهوائية باستخدام اختبار مارجريا .

الأدوات المستخدمة

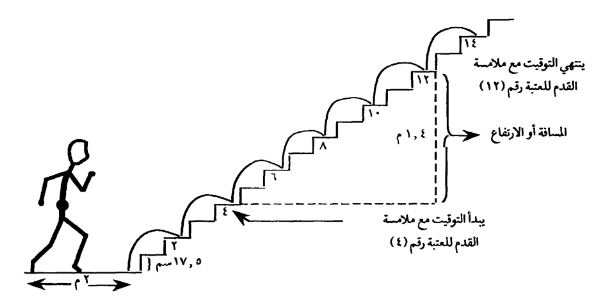
● درج صلب من الإسمنت مثلا (سلم) يحتوي على ١٦ عتبة على الأقل ارتفاع العتبات في حدود ٢٠سم ويمكن استخدام درج بعتبات ذات ارتفاع أقل من ذلك (مثلا ١٧سم) .

● ساعة توقيت إلى أقرب جزء من الثانية .

● يستحسن - وخاصة لأغراض البحث العلمي - أن يستخدم توقيت كهربائي باستخدام دوأسة (قطعة من البلاستيك موصلة بساعة توقيت كهربائية تبدأ بحساب الوقت بمجرد أن تطأ القدم النقطة الأولى وتتوقف بمجرد أن تطأ القدم النقطة الثانية) أو باستخدام خلية كهروضوئية لتوقيت دقيق .

الإجراءات

سيتم تعديل اختبار مارجريا هنا قليلا ليلائم ظروف الدرج الموجود بمختبر وظائف أعضاء الجهد البدني بالقسم، حيث سيتم حساب المسافة بين العتبة الرابعة والثانية عشرة من عتبات الدرج بدلا من السادسة والثانية عشرة كما في اختبار مارجريا الأصلي (انظر الشكل الموضح رقم ١٦-٢) .



شكل رقم (١٦-٢): رسم توضيحي لاختبار مارجريا للقدرة اللاهوائية وكيفية حساب مسافة الارتقاء .

١- يتم أولا وزن المفحوص إلى أقرب نصف كيلو جرام .

٢- على الفرد المسئول عن توقيت الزمن (في حالة قياس الزمن بساعة يدوية) الاستعداد والوقوف بجانب الدرج حتى يمكنه توقيت انطلاق المفحوص .

٣- توضع علامتين واضحتين على العتبتين رقم ٤ ورقم ١٢ .

٤- على المفحوص الوقوف في وضع استعداد على بعد مترين عن بداية الدرج .

٥- عند إعطاء الأمر بالبدء يقوم المفحوص بصعود الدرج بأقصى سرعة ممكنة واطئا عتبة بعد الأخرى (عتبتين في كل خطوة) حتى نهاية الدرج .

٦- على الفرد المسؤول عن توقيت الزمن أن يقيس الزمن الذي يستغرقه المفحوص في قطع المسافة بين العتبة رقم ٤ والعتبة رقم ١٢ (يبدأ تشغيل الساعة بمجرد أن تطأ قدم المفحوص العتبة رقم ٤ وتوقف بمجرد ان تطأ القدم العتبة رقم ١٢) .

٧- يعطى كل مفحـوص محاولتين على أن يكون بينهما وقت كـاف للـراحة وتحتسب أفضل محاولـة (الأقل زمنا).

٨- يتم حساب القدرة اللاهوائية (كجم . م/ ث) على النحو التالي :

$$\text{القدرة اللاهوائية} = \frac{\text{الوزن (كجم)} \times \text{تسارع الجاذبية (م/ث}^{٢}\text{)} \times \text{المسافة (متر)}}{\text{الزمن (بالثواني)}}$$

- تسارع الجاذبية = ٩,٨١ م/ث^{٢}
- المسافة = ارتفاع العتبة × عدد العتبات
  = ١٧,٥سم × ٨ = ١٤٠سم أو ١,٤ متر .
- الزمن (ث) = الزمن المستغرق بين لمس العتبة رقم ٤ والعتبة رقم ١٢

$$\text{إذن تصبح القدرة اللاهوائية (كجم . م/ث)} = \frac{\text{الوزن (كجم)} \times ٩,٨١ \times ١,٤}{\text{الزمن (ث)}}$$

٩- يمكن حساب السرعة العمودية أيضا بدون تأثير الوزن على النحو التالي :

$$\text{السرعة العمودية (م/ث)} = \frac{\text{المسافة}}{\text{الزمن (ث)}} = \frac{\text{١,٤م}}{\text{الزمن (ث)}}$$

١٠- يتم تسجيل البيانات على ورقة تسجيل البيانات في جدول رقم (١٦-١) .

١١- أوجد العـلاقة بين القدرة الـلاهوائية والسرعـة العمودية بـاستخدام ورقة الرسم البياني (شكل رقم (١٦-٣)) . ثم ماذا يعني وجود العلاقة أو عدم وجودها؟

١٢- يمكن مقارنة النتائج ببعض الأرقام الموضحة بالجدول رقم (١٦-٢) .

١٣- أوجـد العلاقـة بين القـدرة الهوائيـة (الاستهلاك الأقصى لـلأكسجين بـالمليلتر لكل كجم من وزن الجسم) كما في التجربة رقم (٥) والقـدرة اللاهوائية باستخـدام اختبار مارجريا وارسمها على ورقـة الرسم البياني (شكل رقم ١٦-٤) .

جدول رقم (١٦-١) : ورقة تسجيل البيانات : قياس القدرة اللاهوائية باستخدام اختبار مارجريا .

الاسم	الزمن* (ث)	القدرة اللاهوائية كجم . م/ ث	السرعة العمودية م/ ث

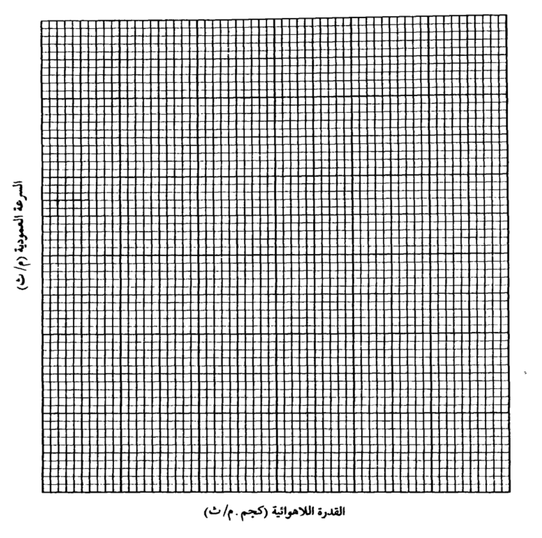
* الزمن : يسجل أفضل زمن بعد محاولتين .

جدول رقم (١٦-٢) : بعض الأرقام المسجلة في اختبار مارجريا للقدرة اللاهوائية عند مجموعات من الرياضيين في ألعاب متعددة.

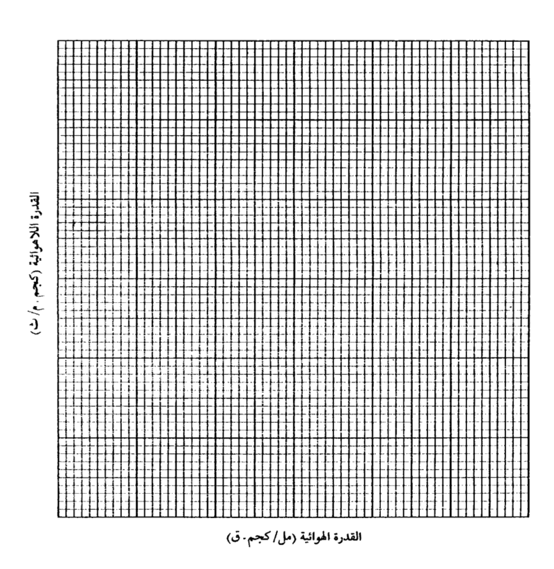
الرياضة	القدرة اللاهوائية (كجم.م/ث)
ماراثون	٩٤٨,٣
عدو سريع	١٢٤٦,٤
كرة القدم الأمريكية	
(متوسط جميع المراكز)	١٣١٨,٢
هوكي	
هجوم	١٣٦٧,٠
دفاع	١٤٠٣,٣
حراسة المرمى	١٠٤٩,٣
خماسي	١٤٢٠*
مصارعة	١٢٥٥*
كرة القدم	١٠٦٠*
سلاح	٩٧٥*
تجديف	١٦٠٠*
سباحة	١٠٦٠*
رمي (سهام، مسدس)	٩٨٧*
غير متدربين	١٢١١,١

* تقريبا

(المصدر: مصادر متعددة كما سجلت في المرجع: MacDougall *et al.*, 1982).



شكل رقم (١٦-٣) : ورقة الرسم البياني : العلاقة بين القدرة اللاهوائية والسرعة العمودية.



شكل رقم (١٦-٤) : ورقة الرسم البياني : العلاقة بين القدرة اللاهوائية باستخدام اختبار مارجريا والقدرة الهوائية باستخدام اختبار أستراند.

تجربة رقم (١٧)

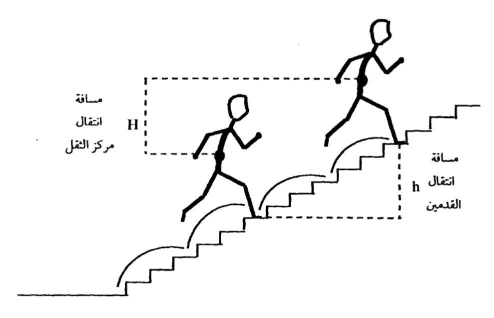
اختبار كالامن (Kalamen) للقدرة اللاهوائية

- الأساس النظري
- الغرض من الاختبار
- الإجراءات
- المطلوب



الأساس النظري

وهو اختبار معدل لاختبار مارجريا قام بتطويره كالامن (Kalamen) ولهذا ينسب إليه . وإجراءات الاختبار تشبه إلى حد كبير إجراءات اختبار مارجريا لكن بدلا من صعود عتبتين في كل خطوة ـ كما في اختبار مارجريا ـ يتم في اختبار كالامن الصعود ٣ عتبات في كل خطوة ويتم تسجيل الزمن اللازم لقطع المسافة بين العتبة الثالثة والعتبة التاسعة ، ويكون متوسط ارتفاع العتبات ١٧٥ مليمترا (١٧,٥ سم)، على أن يقف المفحوص في وضع البداية على بعد ٦ أمتار من العتبة الأولى (انظر الشكل رقم ١٧-١) . ويتم تطبيق المعادلة نفسها التي استخدمت في اختبار مارجريا .



شكل رقم (١٧-١) : اختبار كالامن للقدرة اللاهوائية حيث يتم صعود ثلاث عتبات في كل خطوة .

والجدير بالذكر أن اختبار كالامن قد يكون مناسبا للأفراد الذين تكون أطرافهم السفلى طويلة حيث يصعب عليهم الأداء السريع في اختبار مارجريا .

الغرض من الاختبار

قياس القدرة اللاهوائية باستخدام اختبار كالامن.

الإجراءات

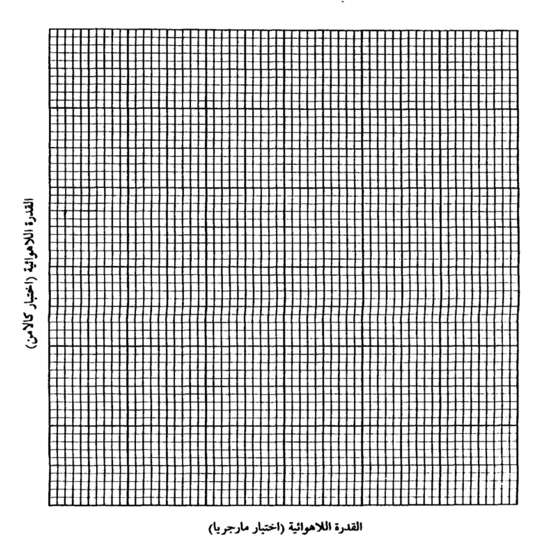
كما هي في اختبار مارجريا مع ملاحظة الاختلافات التالية :
١- صعود الدرج يكون على هيئة ٣ عتبات في كل خطوة .
٢- الوقوف على بعد ٦ أمتار من بداية الدرج .

المطلوب

١- تسجل البيانات في ورقة تسجيل البيانات في جدول رقم (١٧-١) .
٢- أوجد العلاقة بين القدرة اللاهوائية باستخدام اختبار مارجريا والقدرة اللاهوائية باستخدام اختبار كالامن وارسمها على ورقة الرسم البياني (شكل رقم ١٧-٢) .
٣- يمكن عمل مقارنة للنتائج مع بعض المعايير الموضحة في الجدول رقم (١٧-٢) .

جدول رقم (١٧-١) : ورقة تسجيل البيانات : اختبار كالامن للقدرة اللاهوائية .

الاسم	الزمن (ث)	القدرة اللاهوائية (اختبار كالامن)	القدرة اللاهوائية (اختبار مارجريا)



شكل رقم (١٧-٢) : ورقة الرسم البياني: العلاقة بين القدرة اللاهوائية باستخدام اختبار مارجريا واختبار كالامن.

جدول رقم (١٧-٢) : بعض المعايير لاختبار كالامن للقدرة اللاهوائية .

الفئة العمرية	القدرة اللاهوائية (كجم . م/ث)				
	منخفض	دون المتوسط	متوسط	جيد	ممتاز
الرجال					
١٥ - ٢٠	< ١١١٣	١١١٤ - ١٤٦٦	١٤٦٧ - ١٨٣٩	١٨٤٠ - ٢١٩٧	> ٢١٩٧
> ٢٠ - ٣٠	< ١٠٤٤	١٠٤٥ - ١٣٦٨	١٣٦٩ - ١٧٢١	١٧٢٢ - ٢٠٥٩	> ٢٠٥٩
> ٣٠ - ٤٠	< ٨٣٨	٨٣٩ - ١٠٩٣	١٠٩٤ - ١٣٧٧	١٣٧٨ - ١٦٤٧	> ١٦٤٧
> ٤٠ - ٥٠	< ٦٤٢	٦٤٣ - ٨٢٨	٨٢٩ - ١٠٣٤	١٠٣٥ - ١٢٢٥	> ١٢٢٥
> ٥٠	< ٤٩٥	٤٩٦ - ٦٤٢	٦٤٣ - ٨٠٩	٨١٠ - ٩٦١	> ٩٦١
النساء					
١٥ - ٢٠	< ٩٠٧	٩٠٨ - ١١٨١	١١٨٢ - ١٤٨٥	١٤٨٦ - ١٧٨٥	> ١٧٨٥
> ٢٠ - ٣٠	< ٨٣٤	٨٣٥ - ١٠٩٣	١٠٩٤ - ١٣٧٨	١٣٧٩ - ١٦٤٨	> ١٦٤٨
> ٣٠ - ٤٠	< ٦٤٢	٦٤٣ - ٨٢٨	٨٢٩ - ١٠٣٤	١٠٣٥ - ١٢٢٦	> ١٢٢٦
> ٤٠ - ٥٠	< ٤٩٥	٤٩٦ - ٦٤٢	٦٤٣ - ٨٠٩	٨١٠ - ٩٦١	> ٩٦١
> ٥٠	< ٣٧٨	٣٧٩ - ٤٧٥	٤٧٦ - ٦٠٣	٦٠٤ - ٧٣٥	> ٧٣٥

(المصدر MacDougall *et al.*, 1982, p. 65 وقد أخذها عن Kalamen, 1968)



تجربة رقم (١٨)

اختبار القفز العمودي (اختبار سارجنت)

- الأساس النظري
- الغرض من التجربة
- الأدوات المستخدمة
- الإجراءات



الأساس النظري

يعرف اختبار القفـز العمودي (لأعلى) Vertical jump test أيضا بـاختبار سارجنت وذلك نسبـة إلى العالم الأمريكي (Sargent) وهو أول من قدم هـذا الاختبار في عام ١٩٢١م كاختبـار لقوة الفرد البدنيـة . وهو اختبار سهل ولا يتطلب أدوات مكلفة حيث يتم من خلاله قياس المسافة التي يستطيع الفرد أن يقفزها إلى أعلى وحسابها بالسنتيمتر .

ولقد كـان تقدير القـدرة في صيغة الاختبار الأوليـة يتم على أساس المسـافة التي يستطيع الفرد ارتقـاءها بدون أن نأخذ في الاعتبار وزن الفرد مما أثار جدلا كبيرا حيث إن قدرة شخص يزن ٨٠ كجم وتمكن من الارتقاء ٦٥سم لاتختلف عن قدرة شخص آخر يزن ٥٠ كجم وتمكن من الارتقاء ٦٥سم أيضا .

ولهذا أدخلت تعديلات على هذا الاختبار لحساب القدرة اللاهوائية تأخذ في الاعتبار وزن الفرد ومن أهمها ما يسمى بمعادلة لويس (Lewis formula) حيث تم حساب القدرة اللاهوائية على النحو التالي :

القدرة اللاهوائية (كجم . م/ث) = $\sqrt{٤,٩}$ × الوزن (كجم) × $\sqrt{\text{المسافة (م)}}$

حيث يمثل الرقم ٤,٩ رقما ثابتا ، وتمثل المسافة بالمتر المسافة التي يتمكن المفحوص من ارتقائها .

وفي واقع الأمر فإن الاختبار في حد ذاته لايقيس القدرة اللاهوائية بل يقدرهـا حيث يتم قياس المسافة التي يستطيع الفـرد رفع جسمه إليهـا بـدون اعتبار للسرعـة التي تمت بها عمليـة الرفـع حيث من المعروف أن القـدرة تساوي الشغل على الـزمن . ورغم أنه يمكن حسـاب الزمن في الصعـود والهبوط وتسجيل معـدل الزمن إلا أن الدراسات أيضا تشير إلى أن زمن الصعود لا يساوي زمن الهبوط . وتفترض معادلة لويس أيضا أن القوة وبالتالي التسارع (تسارع الجسم) متسـاوٍ أثناء الارتفاع على الرغم من أن الدراسات التي تم من خـلالها تصوير الجسم أثناء القفـز تشير إلى أن التسارع غير متساو على طول مسـافة القفز . ومن الأمـور التي لا تراعيها معادلـة لويس

أيضـا الشغل المبذول قبل الارتفـاع عن الأرض وهو الشغل المبـذول بين الوضع الـذي يسبق عملية الارتقـاء إلى مـرحلة مغـادرة القدمين الأرض . وعلى الـرغم من ذلك فإن الـدراسات التـي تم فيها قيـاس القدرة القصـوى بواسطة جهاز قياس القوة (Force Platform) أظهرت علاقة ارتبـاط عالية مع القدرة اللاهوائيـة باستخدام القفز إلى أعلى (معامل الإرتباط = ٩٢ , ٠) مما يجعل الإختبـار مؤشرا جيدا للقدرة اللاهوائيـة . بالإضافة إلى ذلك فإن مستوى ثبـات الاختبار وإعـادة الاختبار تعتبر عاليـة جدا حيث تتجاوز (٩٢ , ٠) وتـزداد هذه النسبـة كثيرا عند تدريب المفحوص من خلال منحه عدة محاولات تدريبية .

اسم التجربة

قياس القدرة اللاهوائية بواسطة القفز العمودي .

الغرض من التجربة

التعرف على قياس القدرة اللاهوائية بواسطة القفز العمودي .

الأدوات المستخدمة

● لوح قياس مدرج بـالسم طوله متر واحد ومثبت على جدار ويمكن التحكم في ارتفـاعه من خلال بكرة بحيث تضبط نقطة البداية عند الصفر دائما (انظر الشكل رقم ١٨-١) .

● في حالة عدم توافر الجهاز المدرج يمكن الإستعاضـة عنه بلوح بحيث تكون بداية اللوح في متناول جميع المفحوصين، ويستحسن أن يكـون غير ملاصق تماما للجدار حتى لا يصطـدم المفحوص بالجدار عند هبـوطه إلى الأرض بعد محاولة القفز .

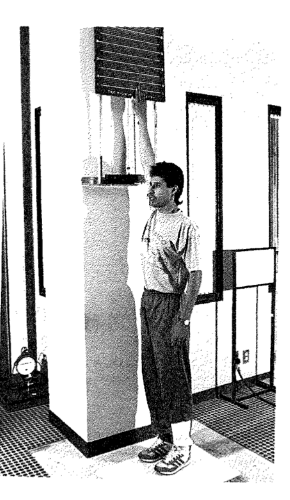
الإجراءات

(أنظر الشكلين رقم (١٨-١ ، ١٨-٢)

١ - يتم وزن المفحوص أولا إلى أقرب نصف كيلوجرام .

٢- يقوم المفحوص بالإحماء الكافي قبل أداء الإختبار .

٣- يقف المفحوص بمحـاذاة اللوح بحيث يكـون أحد كتفيه بـاتجاه اللوح والكتف الأخـر بعيدا عن اتجاه اللوح.



شكل رقم (١٨ ـ ١): يوضح مواصفات لوح القياس المدرج، ويبدو أحد المفحوصين في وضع البداية (الصورة من مختبر وظائف أعضاء الجهد البدني ـ قسم التربية البدنية ـ جامعة الملك سعود).



شكل رقم (١٨ ـ ٢): أحد المفحوصين أثناء عملية القفز ويده ملامسة لأعلى نقطة له على لوح القياس (الصورة من مختبر وظائف أعضاء الجهد البدني ـ قسم التربية البدنية ـ جامعة الملك سعود).

٤- يضع في أطراف أصابعه بعضا من بودرة المغنيسيوم .

٥- يدفع المفحوص يده التي بمحاذاة اللوح إلى أعلى ارتفاع ممكن بدون رفع كعبي القدمين ويضبط ارتفاع اللوح بعد ذلك بحيث يكون الصفر عند أطراف أصابع اليد المرفوعه .

٦- يمرجح المفحوص بعد ذلك يديه ويحاول القفز إلى أعلى من الثبات ولمس أعلى ارتفاع يمكن أن يصل إليه .

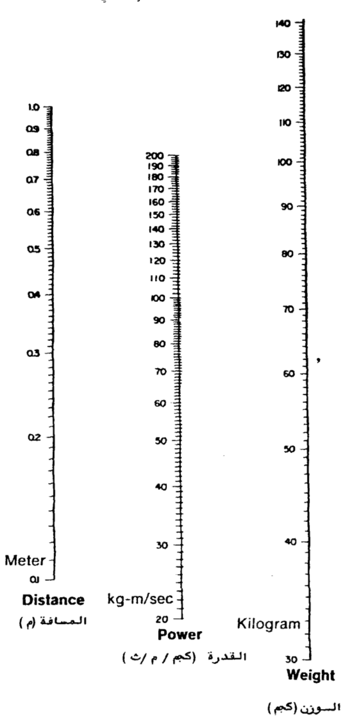
٧- تعطى للمفحوص محاولتان وتسجل أعلى قراءة للمسافة التي استطاع الوصول إليها .

٨- يتم حساب القدرة اللاهوائية باستخدام معادلة لويس المذكورة آنفا، أو يمكن اختصارا للعمليات الحسابية استخدام نوموجرام لويس الموضح في الشكل رقم (١٨-٣) حيث يتم تحديد الوزن على عمود الوزن ثم تحديد المسافة التي قفزها المفحوص على عمود المسافة، ويتم توصيل النقطتين معا وعند النقطة التي يقطع فيها الخط المستقيم بين الوزن والمسافة تكون القدرة اللاهوائية على عمود القدرة اللاهوائية .

٩- تسجل البيانات في ورقة تسجيل البيانات في جدول رقم (١٨-١) .

١٠- أوجد العلاقة بين القدرة اللاهوائية باستخدام معادلة لويس والقدرة اللاهوائية باستخدام اختبار مارجريا وارسم البيانات على ورقة الرسم البياني شكل رقم (١٨-٤) .

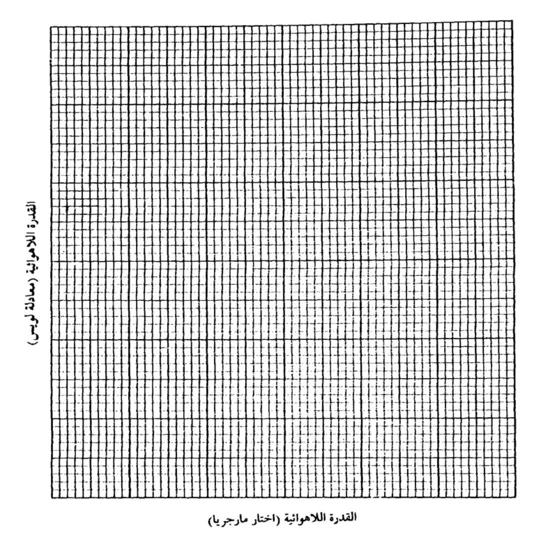
١١- يمكن أيضا مقارنة نتائج المفحوصين مع بعض المعايير الموضحة في جدول رقم (١٨-٢) .



شكل رقم (١٨-٣) : نوموجرام لويس (The Lewis Nomogram) لقياس القدرة اللاهوائية عن طريق القفز إلى أعلى (العمودي).

جدول رقم (١٨ ـ ١) ورقة تسجيل البيانات : قياس القدرة اللاهوائية بواسطة القفز العمودي .

الاسم	المسافة (م)	القدرة اللاهوائية (معادلة لويس)



شكل رقم (١٨-٤) : ورقة الرسم البياني : العلاقة بين القدرة اللاهوائية باستخدام معادلة لويس واختبار مارجريا .

جدول رقم (١٨-٢) : بعض المعايير للقفز العمودي .
(الأرقام العلوية تشير إلى الدرجات المئينية والأرقام الداخلية تشير إلى الأرقام الخام بالسنتيمتر) .
(المصدر Mathews, 1978) .

الدرجة المئينية	١٠٠	٩٠	٨٠	٧٠	٦٠	٥٠	٤٠	٣٠	٢٠	١٠	٠
رجال ١٨ ـ ٣٤ سنة	٦٦	٦٣,٥	٦١	٥٨,٤	٤٨,٣	٤٠,٦	٣٣	٢٢,٩	٢٠,٣	٥,١	٠
نساء ١٨ ـ ٣٤ سنة	٣٥,٥	٣٣	٣٣	٣٠,٥	٢٥,٤	٢٠,٣	١٥,٢	١٠,١	٥,١	٢,٥	٠
بنين ١٥ ـ ١٧ سنة	٦٣,٥	٦١	٥٨,٤	٥٣,٣	٤٨,٣	٤٠,٦	٣٠,٥	٢٠,٣	١٢,٧	٥,١	٠
بنات ١٥ ـ ١٧ سنة	٤٣,٢	٤٠,٦	٣٨,١	٣٥,٥	٣٣	٢٧,٩	٢٠,٣	١٥,٢	٧,٦	٥,١	٠

تجربة رقم (١٩)

اختبار الإمكانية اللاهوائية

- الأساس النظري
- الغرض من التجربة
- الأدوات المستخدمة
- الإجراءات

الأساس النظري

تختلف الإمكانية اللاهوائية (Anaerobic capacity) عن القدرة اللاهوائية (Anaerobic power) في أن الأخيرة تعتمد بشكل أكبر على المصدر السريع (أي على أدينوسين ثلاثي الفوسفات المخزن في العضلات وعلى الطاقة المنطلقة من تحلل فوسفات الكرياتين). أما الإمكانية اللاهوائية فهي إمكانية الفرد على أداء عمل بدني معتمدا خلاله على الطاقة اللاهوائية القادمة من المصدر قصير الأمد (أي على التحلل اللاهوائي للجلوكوز والجلايكوجين والذي ينتهي بحمض اللبنيك)* ، ولهذا كان المسمى القديم للإمكانية اللاهوائية (Lactate) – أي الإمكانية اللاهوائية التي يتم فيها إنتاج حمض اللبنيك ، بينما القدرة اللاهوائية تسمى (a lactate) أي بدون حمض اللبنيك .

وعلى الرغم من وجود العديد من الاختبارات لقياس القدرة اللاهوائية كما تم التطرق إليه في التجارب السابقة ، إلا أن اختبارات الإمكانية اللاهوائية تكتنفها عدم الدقة بالرغم من تعدد وجودها وذلك لصعوبة الفصل بين الإمكانية اللاهوائية والطاقة الهوائية خاصة عندما يزداد زمن الإختبار ، ويتوافر لدينا العديد من الاختبارات التي يفترض فيها قياس الإمكانية اللاهوائية معظمها باستخدام الدراجة الثابتة ولمدة تتراوح بين ٣٠ – ١٢٠ ثانية ، ويتم خلالها قياس مستوى حمض اللبنيك في الدم . ولهذا سنقتصر على اختبار واحد باستخدام الدراجة تم تعديله عن اختبار كاتش وولتمان (Katch & Weltman) .

الغرض من التجربة

قياس الإمكانية اللاهوائية باستخدام دراجة الجهد .

* لتفصيل أكثر عن مصادر الطاقة في الجهد البدني يستحسن الرجوع إلى : هزاع محمد الهزاع : « الطاقة الحيوية المستخدمة في الجهد البدني » ، كتاب وقائع الدورة الثالثة للطب الرياضي ، الإتحاد السعودي للطب الرياضي ، ١٩٨٨م ، ص ص ٦١ – ٨٥ .

الأدوات المستخدمة

● دراجة جهد يتوافر فيها مقياس لدوران العجل .
● ساعة توقيت .

الإجراءات

١- ضع مقاومة الدراجة على ٤ كجم .

٢- يبدأ المفحوص بتحريك العجل بأقصى سرعة ممكنة وعندما يصل إلى أقصى سرعة لدوران العجل يتم بدء التوقيت .

٣- يستمر المفحوص في العمل على الدراجة مع المحافظة على معدل دوران العجل حتى نهاية ٦٠ ثانية (متواصلة) .

٤- في حالة انخفاض معدل دوران العجل يتم إشعار المفحوص بضرورة الحفاظ على معدل الدوران وإذا لم يتمكن من ذلك يتم إيقاف الساعة حتى وإن لم يتمكن من إتمام ٦٠ ثانية .

٥- يتم حساب الإمكانية اللاهوائية على أساس الشغل المنجز في ٦٠ ثانية كالتالي :

الشغل = المقاومة × المسافة

= ٤ × ٦ أمتار × معدل الدوران في الدقيقة .

٦- في حالة عدم قدرة المفحوص على إتمام ٦٠ ثانية فيتم حساب الشغل كالتالي :

$$\text{الشغل} = 4 \times 6 \text{ أمتار} \times \text{معدل الدوران} \times \frac{\text{زمن الجهد}}{60}$$

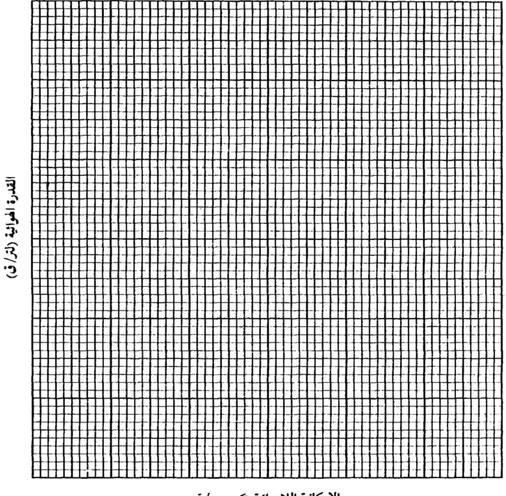
٧- يتم تسجيل البيانات على ورقة تسجيل البيانات في جدول رقم (١٩-١) .

٨- أوجد العلاقة بين الإمكانية اللاهوائية والقدرة الهوائية باستخدام اختبار أستراند وارسمها على ورقة الرسم البياني في جدول رقم (١٩-١) .

* الوضع الأمثل في إجراءات التجربة هو وجود عداد لحساب دوران العجل الكلي خلال الجهد، لكن معظم الدراجات لا يتوافر فيها ذلك، ولهذا تتم المحافظة على معدل دوران ثابت، ومن ثم معرفة مجموع الدورات الكلية للعجل .

جدول رقم (١٩-١) : ورقة تسجيل البيانات : اختبار الإمكانية اللاهوائية .

الاسم	الإمكانية اللاهوائية (كجم.م/ق)



شكل رقم (١٩-١) : ورقة الرسم البياني : العلاقة بين الإمكانية اللاهوائية والقدرة الهوائية .

تجربة رقم (٢٠)

زمن رد الفعل والحركة

- الأساس النظري
- الغرض من التجربة
- الأدوات المستخدمة
- الإجراءات



اسم التجربة

قياس زمن رد الفعل والحركة (Whole Body Reaction-Movement Time)

الأساس النظري

يكتسب زمن رد الفعل والحركة (Reaction-movement time) أهمية كبيرة في العديد من النشاطات الرياضية، فعلى سبيل المثال في سباق العدو القصير نجد أن المتسابق الذي يمتلك سرعة رد فعل وسرعة حركة عالية مقارنة بزملائه غالبا ما يتفوق في أدائه عليهم ، ويمكن قياس ذلك على العديد من الألعاب الرياضية الأخرى .

ويعرف زمن رد الفعل والحركة على أنه الفترة من بداية التنبيه إلى نهاية حركة معينة، وهو أيضا الزمن الذي يستغرقه المفحوص للتحرك بدنيا إلى هدف محدد .

والجدير بالذكر أن زمن رد الفعل والحركة لدى الرياضيين أفضل من غير الرياضيين على الرغم من أنه يختلف بصورة واسعة لدى الرياضيين أنفسهم ، وتشير معظم الدراسات أنه لا يوجد علاقة بين زمن رد الفعل (Reaction time) وزمن رد الفعل والحركة (Reaction-movement time) ، مما يدل على أن قدرة الفرد على رد الفعل (Reaction) وقدرته على الحركة (Movement) غير مرتبطتين .

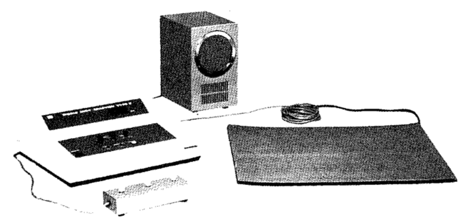
وفي هذه التجربة سنتطرق في الواقع إلى التعرف على زمن رد الفعل والحركة الكلية (Whole body reaction-movement time) التي ترتبط بالعديد من العوامل الوراثية (الجهاز العصبي- العضلي) والبيئية (التدريب البدني) .

الغرض من التجربة

١- التعرف على مفهوم زمن رد الفعل والحركة .
٢- التعرف على كيفية قياس زمن رد الفعل والحركة .

الأدوات المستخدمة

● جهاز قياس زمن رد الفعل والحركة من شركة تاكي اليابانية (TAKEI) كما هو موضح في الشكل رقم (٢٠-١) حيث يتكون من جهاز تحكم regulator) وجهاز تنبيه (Stimulus Unit) ودواسة كهربائية (Mat) .



شكل رقم (٢٠-١): الجهاز المستخدم لقياس زمن رد الفعل والحركة ويتكون من جهاز تحكم وجهاز تنبيه ودواسة كهربائية، (من شركة تاكي اليابانية TAKEI).

● في حالة عدم توافر الأجهزة المطلوبة يمكن استخدام ساعة توقيت قادرة على قياس أجزاء من الألف من الثانية والتوقيت اليدوي وذلك فقط لأغراض العرض والتوضيح وليست بالطبع للبحث العلمي .

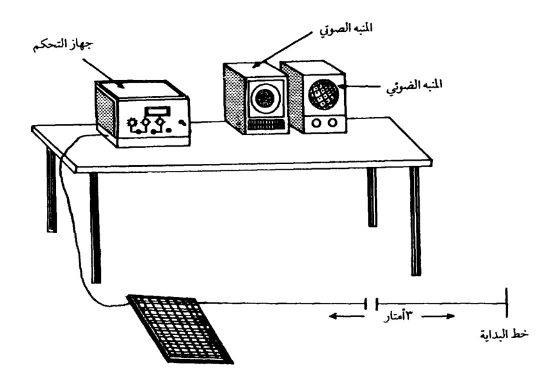
الإجراءات

انظر الشكل رقم (٢٠-٢).

١- يقف المفحوص على بعد ٣ أمتار من الدواسة وذلك بوضع شريط لاصق على الأرض (يمكن تحديد أية مسافة أخرى لكن ينصح ألا تكون المسافة طويلة حيث تدخل عوامل أخرى فى أداء المفحوص مثل التسارع والسرعة والتعب العضلي الخ) .

٢- يتم أداء التجربة على مرحلتين. في المرحلة الأولى يتم التنبيه باستخدام منبه الصوت، وفي الثانية يتم التنبيه بمؤشر الإضاءة. كما يمكن عمل محاولة لا يكون المفحوص فيها على علم بأي نوع من التنبيه الذي سيستخدم (ضوئي أم صوتي) .

٣- يطلب من المفحوص الاستعداد أولا والتهيؤ للمحاولة .



شكل رقم (٢٠-٢) : يوضح كيفية أداء تجربة زمن رد الفعل والحركة والأدوات المستخدمة .

٤- يتم بدء التجربة بإطلاق الضوء أو الصوت ، وعلى المفحوص بمجرد سماعه الصوت أو رؤية الضوء التحرك بأقصى سرعة إلى الدواسة ووضع قدمه عليها . يبدأ التوقيت بمجرد اطلاق المنبه ، ويتوقف بمجرد وطء المفحوص على الدواسة ، ومن ثم يمكن حساب الزمن (بالثواني وكسور الثانية) الذي استغرقه المفحوص منذ ظهور المنبه حتى وطء الدواسة .

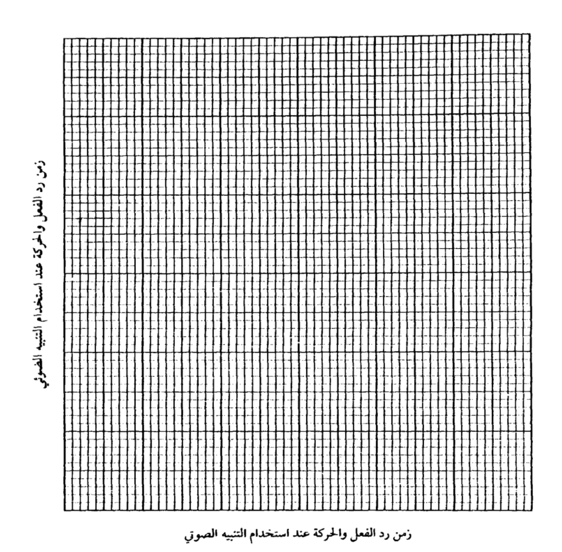
٥- يمكن تكرار العملية مرتين أو ثلاث مرات وتسجيل أفضل رقم للمفحوص على ورقة تسجيل البيانات في جدول رقم (٢٠-١) .

٦- يمكن عمل التجربة بدون إيحاء مرة ، ومرة أخرى بإيحاء يسبق التجربة ومقارنة النتائج ، هل تعتقد أن هناك فرقا ؟ ولماذا؟

٧- يمكن إيجاد العلاقة بين زمن رد الفعل والحركة باستخدام التنبيه الضوئي والتنبيه الصوتي ، هل هنالك علاقة ؟ مع رسمها في ورقة الرسم البياني شكل رقم (٢٠-٣) .

جدول رقم (٢٠ ـ ١): ورقة تسجيل البيانات: زمن رد الفعل والحركة.

الاسم	الزمن بالثواني			
	التنبيه الصوتي	التنبيه الضوئي	بدون إحماء	بالإحماء



شكل رقم (٢٠-٣) : ورقة الرسم البياني: العلاقة بين زمن رد الفعل والحركة عند استخدام التنبيه الضوئي والصوتي.

ملاحظــة : عند محاولـة أداء التجربة لمعـرفة الفرق بين الأداء باستخـدام التنبيه الضوئي والتنبيـه الصوتي يجب اختبار المفحـوصين بالتناوب مـرة بالصوت أولا ، ومرة بالضـوء أولا حتى لا يكون هناك تأثير لـلإجراءات نفسها على النتائج (بمعنى أن المفحوص قد يتعلم قليلا عند أدائه التجربة في المرة الثانية ولهذا يجب تبديل الاختبار لكل مفحوص) .



الفصل الرابع

التركيب الجسمي للإنسان

- مقدمة
- التركيب الجسمي للإنسان
- الشحوم الأساسية والشحوم المخزنة
- الطرق المستخدمة في قياس التركيب الجسمي
- التركيب الجسمي والأداء البدني
- التركيب الجسمي لدى الرياضيين
- التدريب البدني ونسبة الشحوم في الجسم

تجربة رقم (٢١) تقدير نسبة الشحوم عن طريق الوزن تحت الماء.
تجربة رقم (٢٢) تقدير نسبة الشحوم عن طريق قياس سمك طية الجلد.
تجربة رقم (٢٣) تقدير نسبة الشحوم بواسطة القياسات الجسمية (طريقة بنكي).



مقدمة

إن القياس الدقيق للتركيب الجسمي يمكّن من معرفة المقومات الأساسية التي يتكون منها الجسم (عظام ، عضلات ، شحوم) . ولقد اعتـاد العامة على استخدام بعض المعايير (الجداول الخاصة بالطـول والوزن) لمعرفة مدى ملائمة وزن الفرد مع طوله . وعلى الـرغم من شيوع استعمال هذه الطريقة إلا أنها في واقع الأمر لا تأخذ في الإعتبـار الفروق في التركيب الجسمـي للفرد حيث يتم التعـامل مع وزن الفـرد الكلي بـدون النظر إلى نسبـة وزن الشحوم ونسبة وزن الأجـزاء غير الشحمية (العظام والعضلات بصفة رئيسيـة) . ولهذا فقد يمكن تصنيف فردا ضخم الجسم على أنه زائد الوزن بينما هو في الواقع من ممارسي رياضـة بناء الأجسام وبالتالي فإن هذا الوزن الزائد ليس شحما بل هو عضلات .

ويعتبر مؤشر كتلة الجسم Body Mass Index من أسهل الطـرق التي يمكن من خلالها التنبـؤ بالسمنـة ، وتستخدم هذه عندما لا تتوفر أية إمكانية لمعرفة التركيب الجسمي بالطرق الأخرى الأكثر دقة .

$$\text{مؤشر كتلة الجسم} = \frac{\text{الوزن (كجم)}}{\text{مربع الطول (بالمتر)}}$$

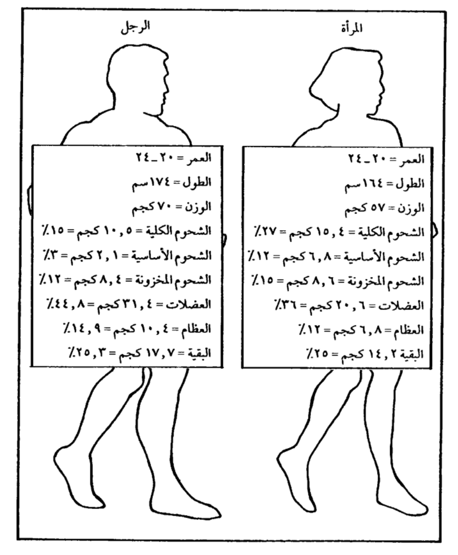
ويعتبر المؤشر في الحدود الطبيعية إذا كان لا يزيد عن ٢٥ للرجل أو ٢٧ للمرأة ، ويشير إلى سمنة متوسطة عندمـا يكون بين ٢٥ – ٢٧ للـرجل وبين ٢٧ – ٣٠ للمرأة ، أما إذا تجاوز المؤشر رقـم ٢٧ للرجل أو رقم ٣٠ للمرأة فيشير ذلك إلى بدانة عالية .

وتكمن أهمية معرفـة التركيب الجسمي للإنسان كذلك في أنها تمكننا من التعـرف بدقة على التغيرات التي تحدث في تركيب الجسم من جراء برنـامج تدريب بدني أو برنامج حمية غذائية بغـرض خفض الوزن ، فالحصول

على وزن الفرد قبل البرنامج التدريبي وبعده لا يعطينا أي مؤشر على التغيرات في نسبة الشحوم في الجسم حيث إن المرغوب فيه هو خفض الشحوم والإبقاء على العضلات .

التركيب الجسمي للإنسان

يتركب جسم الإنسان من ثلاثة مقومات أساسية هي العضلات ، والشحوم ، والعظام . ويوضح الشكل رقم (٢١-١) نموذجا نظريا للتركيب الجسمي لكل من الرجل والمرأة .



شكل رقم (٢١-١) : النموذج النظري لبنكي (Behnke) موضحا فيه التركيب الجسمي لكل من الرجل والمرأة.
(المصدر : Behnke & Wilmore, 1974; McArdle *et al.*, 1981) .

الشحوم الأساسية والشحوم المخزنة

يمكن تقسيم الشحوم في الجسم إلى شحوم أساسية (Essential fat) وشحوم مخزنة (Storage fat)، وتوجد الشحوم الأساسية في نخاع العظام ، والقلب ، والرئتين ، والكبد ، والطحال ، والكليتين ، والأمعاء وفي الجهاز العصبي المركزي ، وعند المرأة توجد الشحوم بالإضافة إلى ما سبق في الحوض والثديين . وتعتبر الشحوم الأساسية ضرورية جدا للعديد من الوظائف الفسيولوجية في الجسم ، وتصل نسبة الشحوم الأساسية هذه لدى الرجل إلى ٣٪ من وزن الجسم، ويرتفع هذا الرقم إلى ١٢٪ عند المرأة .

أما الشحوم المخزنة فهي شحوم تتراكم وتخزن في الأنسجة الشحمية في الجسم (Adipose tissues) وتوجد الشحوم المخزنة في الأنسجة الشحمية المحيطة ببعض أجهزة الجسم بالإضافة إلى الحجم الكبير من الشحوم الموجودة تحت الجلد (Subcutaneous) .

وتشير الدراسات والأبحاث العلمية إلى أن متوسط نسبة الشحوم عامة في الجسم بما في ذلك الشحوم المخزنة يصل إلى ما بين ١٥-٢٠٪ عند الرجال وما بين ٢٢-٢٨٪ عند النساء، لكن هذه النسبة تقل إلى حد ما عند الرياضيين لتصل في المتوسط إلى ١٢٪ للرجال و ١٨٪ للنساء وأما من زادت لديه نسبة الشحوم عن ٢٥٪ من وزن الجسم لدى الرجال وعن ٣٠٪ من وزن الجسم لدى النساء فيعتبر على أية حال في عداد ذوي السمنة ، ومن المعروف أن السمنة تعتبر مصدر خطورة للإصابة بالكثير من الأمراض المزمنة مثل أمراض القلب، وارتفاع ضغط الدم ، والسكري ، وأمراض المفاصل .

ويلاحظ أن نسبة الشحوم تزداد مع التقدم في السن وخاصة بعد سن ٣٥ سنة، ويعتقد أن مرد ذلك إلى حد جزئي للانخفاض الكبير في معدل النشاط البدني لدى الإنسان مع التقدم في العمر .

الطرق المستخدمة في قياس التركيب الجسمي

هناك العديد من الطرق والإجراءات لمعرفة التركيب الجسمي للإنسان ، حيث يتم في بعضها تحديد نسبة الشحوم ومن ثم معرفة نسبة الأجزاء الأخرى غير الشحمية، وتتم في البعض الآخر محاولة تقدير نسبة العضلات والعظام ومن ثم يتم تحديد نسبة ا لشحوم في الجسم وهكذا . وتجدر الإشارة إلى أن بعض هذه الطرق أكثر تعقيدا من البعض الآخر مما يجعلها طرقا غير عملية وعلى نطاق محدود جدا . ويجب أيضا ملاحظة أن جميع الطرق المستخدمة باستثناء التحليل المباشر للجثث تعتبر طرقا غير مباشرة، ولذلك فهي تقدر نسبة الشحوم ونسبة الأجزاء الأخرى غير الشحمية . وسوف نستعرض باختصار الطرق الشائعة في تحديد التركيب الجسمي للأنسان :

١ـ التحليل المباشر للجثث

ويتم في هذه الطريقة تحليل الجثث مباشرة عن طريق تشريح الأنسجة التي يتكون منها جسم الإنسان مما يتطلب جهدا كبيرا، ولهذا نجد ان هناك عددا قليلا جدا من الدراسات الدقيقة التي تمت بهذه الصورة على جسم الإنسان رغم أن هناك عددا كبيرا من الدراسات التي تم فيها تحليل جثث الحيوانات المختلفة وخاصة الصغيرة الحجم منها .

٢ـ التحليل الكيموحيوي

وتتم في هذه الطريقة معرفة نسبة الشحوم ونسبة الأجزاء غير الشحمية باستخدام بعض الأساليب الكيموحيوية التي تتفاوت في دقتها من طريقة إلى أخرى وسنتعرض لبعض منها :

أ - عن طريق قياس محتوى البوتاسيوم ٤٠ في الجسم (^{40}K)

ويتم في هذه الطريقة قياس كمية البوتاسيوم ٤٠ (^{40}K) في الجسم والذي يوجد بشكل مكثف في الأجزاء غير الشحمية (العضلات بشكل رئيسي) وذلك بواسطة أجهزة خاصة . ومن ثم يمكن حساب وزن الأجزاء غير الشحمية في الجسم عن طريق معادلة حسابية تأخذ في الاعتبار أن كل كيلوجرام من الأجزاء غير الشحمية يحتوي على كمية من البوتاسيوم ٤٠ تساوي ٦٦ر٢جم ، كالتالي :

$$\text{وزن الأجزاء غير الشحمية} = \frac{\text{محتوى الجسم من البوتاسيوم ٤٠}}{\text{٢,٦٦ جم/ كجم من وزن الأجزاء غير الشحمية}}$$

ب - عن طريق قياس المحتوى المائي في الجسم

وتعتمد هذه الطريقة على افتراض أن المحتوى المائي في الأجزاء غير الشحمية في الجسم يساوي ٢ر٧٣٪ ، ولهذا فيمكن تقدير الكمية الكلية من الماء في الجسم ومن ثم حساب وزن الأجزاء غير الشحمية في الجسم كالتالي:

$$\text{وزن الأجزاء غير الشحمية} = \text{الكمية الكلية للماء في الجسم} \times \frac{1}{\text{٧٣,٢}}$$

إذن : وزن الشحوم = الوزن الكلي للجسم - وزن الأجزاء غير الشحمية .

وتتم معرفة كمية المحتوى المائي في الجسم بعدة طرق معظمها تعتمد على حقن أو شرب مواد دالة (Tracer) تذوب في سوائل الجسم، ومن ثم عن طريق معرفة تركيز هذه المواد قبل تناولها ثم تركيزها بعد أن تتوزع في سوائل الجسم (بواسطة أخذ عينة من الدم أو من البول)، يمكن معرفة كمية الماء في الجسم .

جـ- عن طريق قياس محتوى بعض الغازات التي تذوب في الشحوم

هنـاك بعض الغازات الخاملـة التي تـذوب في الشحوم مثل غـاز الكريبتـون (Krypton) والسايكلوبروبين (Cyclopropane) ، وبالتـالي فيمكن معرفة وزن الأجزاء الشحميـة في الجسم عن طريق قياس كميـة الغازات التي تذوب فيها . ورغم أن هـذه الطريقة تعتبر ناجحة في الحيوانـات الصغيرة حيث إن الفترة التي يستغرقها الجسم لأخذ وامتصاص تلك الغازات قصيرة إلا أن تلك الفترة لدى الإنسان تعتبر طويلة مما يجعلها طريقة غير عملية .

٣- بواسطة الأشعة فوق الصوتية : (Ultrasound)

تمتلك أنسجـة كل من العظام والعضـلات والشحوم كثـافة (Density) مختلفـة ، ولهذا فيمكن من خـلال الموجات العالية التردد التمييز بين هذه الأنسجة . لكن وعلى الـرغم من استعمال هذه الطريقة بكثرة في الحيوانات إلا أن استخدامها في الدراسات الخاصة بتقدير التركيب الجسمي لدى الإنسان محدود .

٤- التحليل بواسطة أشعة اكس : (Radiographic analysis)

تستخدم هذه الطريقـة لمعرفة التركيب الجسمي نظرا لقدرة أشعة اكس على التمييـز بين الطبقات المختلفة من الجلد ، والشحـوم ، و العضلات والعظام وتستخـدم في هذا الإجراء جرعـة من الأشعة ذات قوة كهـربائية عـالية (High Voltage) ولفترة قصيرة جـدا . حيث يتم الحصول على صـورة الأشعـة لمنطقة الـذراع واليد محـدودة بشكل أفقي ، ومـن خلال قياسـات ومعادلات يمكن تقدير نسبة الأنسجة المختلفـة في الذراع ومن ثم نشتق منها الشحوم في الجسم .

٥- قياس كثافة الجسم (Body density)

هـذه الطريقـة مبنيـة على افتراض أن الجسم مكون من جـزءين (Compartments) : جزء يمثـل الأنسجة الشحمية (الشحوم) وجزء آخر يمثل الأنسجة غير الشحمية (العضلات والعظام) . ولأن لكل جزء كثافة معينة فلقد تم التسليم بأن كثـافة الأنسجة الشحمية تسـاوي ٩ , ٠ جم/ مليلتر وكثافة الأنسجة غير الشحميـة تساوي ١ , ١ جم/ مليلتر (تجدر الإشارة إلى أن كثافة الماء عند درجة حـرارة ٢ , ٣٩ فهرنهايت أو ٤ درجات مئوية تساوي واحدا صحيحا ٠ , ١) . وعلى هذا فالكثافـة الكلية للجسم هي خليط من الكثافتين تبعا لاحتواء الجسم على نسبة عـالية من أي مـن الجزءين الشحمي وغير الشحمي وعليه فقـد تم حسـاب نسبـة الأجزاء الشحميـة عن طـريق معادلات حسابية تتضمن كلا من الكثافتين ، وهذا فعلا ما قام به العالم سيري (Siri) حيث قدم المعادلة التالية :

$$\text{نسبة الشحوم في الجسم} = \left(\frac{\text{٤,٩٥٠}}{\text{الكثـــافة}} - \text{٤,٥٠٠} \right) \times \text{١٠٠}$$

ولقد قدم عالم آخر هو بروزيك (Brozek) معادلة أخرى يتم فيها الحصول على نسبة الشحوم في الجسم بناء على الأساسيات نفسها التي اعتمد عليها سيري من قبل وهي كالتالي :

$$\text{نسبة الشحوم في الجسم} = \left(\frac{٤,٥٧٠}{\text{الكثافة}} - ٤,١٤٢ \right) \times ١٠٠$$

والجدير بالذكر أن حساب نسبة الشحوم بواسطة أي من المعادلتين يعطي نتائج متقاربة جـــــدا .

التركيب الجسمي والأداء البدني

بالإضـافة إلى الدور الـوراثي يلعب كل من الغذاء والتدريب البـدني دورا مهما في تشكيل تركيب الجسم . وعلى الرغم من عدم إمكـانية تغيير التأثير الوراثي على تركيب الجسم إلا أن التدريب البـدني والغذاء من العوامل التي يمكن التحكم فيها . وسنتناول في هذا الجزء وصفا للتركيب الجسمي لبعض الـرياضيين في رياضات مختلفة في محاولة لفهم العلاقة بين التدريب البدني والتركيب الجسمي .

التركيب الجسمي لدى الرياضيين

عند النظر في الدراسات التي أجريت بغرض معرفة و تحليل التركيب الجسمي للرياضيين في كل من دورتي الألعاب الأولمبيـة في طوكيـو وفي مكسكوسيتي يتضح أن لاعبي السلة والتجـديف ولاعبي الرمي في مسـابقات ألعاب القوى يتميزون بأطوال وأوزان مرتفعة مقارنة بـالآخرين ، ويلاحظ كذلك أنهم يمتلكون نسبة عالية من العضلات وكذلك مـن الشحوم ، بينما نلاحظ أن متسابقي الماراثـون والمسافات الطويلة يمتلكـون أقل نسبة من الشحوم في أجسامهم .

وعند إلقـاء نظرة على الـرياضيين بصفة عـامة ، نجد كـذلك أن رياضيي الجمبـاز يتميزون بجسم عضلي ، وتقل نسبة الشحـوم لديهم ، كما تقل نسبـة الشحوم لـدى عدائي المسافـات الطويلـة والماراثون بينما تـزداد نسبة الشحوم عنـد رياضيي الـرمي في ألعاب القوى (القـرص – الجلة – المطرقـة) . ويمتلك رياضيـو كمال الأجسام نسبة عالية من العضلات ونسبة منخفضة من الشحوم في أجسامهم .

وعلى الـرغم من أن العـديـد من الـرياضـات تتطلب نسبـة منخفضـة من الشحـوم من أجل أداء متفـوق فالملاحظ أن رياضة السباحة وخـاصة المسافات الطويلة منها تتأثر (من الناحية النظـرية) بانخفاض نسبة الشحوم في الجسم لما للشحوم من دور في عملية الطفو . فلو افترضنا أن شخصا يزن ٨٠ كجم ونسبة الشحوم لديه تساوي ٢٠٪ من وزن الجسم ، فإن وزن جسمه تحت الماء سيكـون حوالي ٣ كجم . بينما نرى شخصا آخـر يزن ٨٠ كجم ونسبة الشحوم لـديه تساوي ٣٠٪ من وزن الجسم فإن وزن جسمه تحت الماء سيكـون أقل من ٣ كجم . وبالتالي فإن الشخص الثاني سيكون أكثر قدرة على الطفو . إلا أن قدرة السبّاح على دفع جسمه في الماء تتطلب قوة عضلية

وتحمل على أية حال وبالتالي فإن الفرد أو الرياضي الزائد السمنة لن يتمكن من توفير تلك القوة والتحمل العضلي. ويوضح الجدول رقم (٢١-١) التركيب الجسمي لمجموعة من الرياضيين في ألعاب متعددة.

جدول رقم (٢١ ـ ١): التركيب الجسمي لمجموعة من الرياضيين الذكور في ألعاب متعددة.
من مصادر متعددة

نوع الرياضة	العمر (سنة)	الطول (سم)	الوزن (كجم)	نسبة الشحوم ٪
كرة السلة	٢٧,٤	١٨٣,١	٨٨,٠	١٢,٦
جباز	٢٠,٣	١٧٨,٥	٦٩,٢	٤,٦
هوكي الجليد	٢٦,٣	١٨٠,٣	٨٦,٧	١٥,١
التزلج على الجليد	٢٥,٩	١٧٦,٦	٧٤,٨	٧,٤
سباحة	٢١,٨	١٨٢,٣	٧٩,١	٨,٥
العاب قوى				
مسافات طويلة	٢٢,٥	١٧٧,٤	٦٤,٥	٦,٣
رمي القرص	٢٨,٣	١٨٦,١	١٠٤,٧	١٦,٤
الجلة	٢٧,٠	١٨٨,٢	١١٢,٥	١٦,٥
عدو سريع	(١٨ ـ ٢٤)	١٧٢,٥	—	١٠
رفع أثقال	٢٤,٩	١٦٦,٤	٧٧,٢	٩,٨
بناء أجسام	٢٩,٠	١٧٢,٤	٨٣,١	٨,٤
مصارعة	٢٧,٠	١٧٦,٠	٧٥,٧	١٠,٧
مجموعة من الرياضيين	١٨ ـ ٢٨	—	—	١٣
غير ممارسين	١٨ ـ ٢٨	—	—	١٦

التدريب البدني ونسبة الشحوم في الجسم

من التأثيرات الواضحة للتدريب البدني انخفاض نسبة الشحوم في الجسم والإبقاء على العضلات. وكما هو معروف فإن ارتفاع نسبة الشحوم شيء غير مرغوب فيه في أغلب الرياضات إن لم يكن جميعها. وتشير جميع الدراسات التي أجريت بغرض معرفة تأثير التدريب البدني على نسبة الشحوم في الجسم إلى أن نسبة الشحوم تنخفض من جراء التدريب البدني، ويعتمد هذا الانخفاض على نوعية التدريب البدني وشدته وعلى نسبة الشحوم قبل التدريب البدني. ومن الملاحظ أن التدريب البدني لا يؤدي فقط إلى انخفاض نسبة الشحوم في الجسم بل ويعمل على الحفاظ على العضلات، وقد تزداد نسبة الأجزاء غير الشحمية في الجسم من جراء ذلك.

تجربة رقم (٢١)

تقدير نسبة الشحوم عن طريق الوزن تحت الماء

- الأساس النظري
- الأدوات المستخدمة
- الإجراءات

الأساس النظري

سيتم أولا تحديد كثافة الجسم (Body density) عن طريق الوزن تحت الماء ثم تطبيق معادلة سيري (Siri) لتحديد نسبة الشحوم في الجسم ، والمعروف أنه يمكن تحديد كثافة أي جسم عن طريق المعادلة التالية :

$$\text{الكثافة} = \frac{\text{الوزن}}{\text{الحجم}} \qquad \text{معادلة (١)}$$

ويتضح من المعادلة أن تحديد الكثافة يتطلب معرفة الحجم. وفي الواقع يمكن معرفة حجم الجسم بعدة طرق، وسوف نستعرض أكثرها شيوعا واستخداما وهي طريقة الوزن تحت الماء (Hydrostatic weighing) ، حيث يتم في هذه الطريقة استخدام نظرية العالم الأغريقي أرخميدس (Archimedes) والتي تقول: عند غطس جسم في سائل (في هذه الحال الماء) فإن حجم الجسم الكلي يساوي مقدار ما فقده من وزن في الماء مع اعتبار كثافة الماء عند درجة الحرارة أثناء الوزن ، وعليه فإن :

$$\text{حجم الجسم} = \frac{(\text{وزن الجسم في الهواء} - \text{وزن الجسم في الماء})}{\text{كثافة الماء}} \qquad \text{معادلة (٢)}$$

على أن هنالك عاملا آخر يجب أن يؤخذ في الاعتبار ألا وهو حجم الهواء في الرئتين، فعلى الرغم من أن المفحوص يقوم باخراج أكبر كمية من هواء الزفير قبل القيام بالغطس في الماء، إلا أن هناك حجما من الهواء لا يمكن اخراجه من الرئتين الا وهو الحجم المتبقي الذي علينا أخذه في الاعتبار حيث يمكن قياسه أو تقديره. وعليه تصبح المعادلة (٢) كالتالي :

$$\text{حجم الجسم} = \left(\frac{\text{وزن الجسم في الهواء} - \text{وزن الجسم في الماء}}{\text{كثافة الماء}}\right) - \text{الحجم المتبقي} \qquad \text{معادلة (٣)}$$

وبالنظر في معادلة رقم (١) ومعادلة رقم (٣) تصبح الكثافة :

الكثافة = وزن الجسم في الهواء ÷ [((وزن الجسم في الهواء ــ وزن الجسم في الماء) ÷ كثافة الماء) ـ الحجم المتبقي (باللتر)]

ولتوضيح الطريقة بشكل أكثر نعطي المثال التالي :

وزن الجسم في الهواء = ٧٠ كجم .

وزن الجسم في الماء = ٣ كجم .

الحجـــم المتبقـــــي = ١٢٠٠ مليلتر

كثافة الماء عند درجة الحرارة ٣٦ = ٠,٩٩٣٧ .

الكثافة = ٧٠ ÷ [((٧٠ ــ ٣) ÷ ٠,٩٩٣٧) - ١,٢] = ١,٠٥٧٠٠٦

وباستخدام معادلة سيري يمكن معرفة نسبة الشحوم في الجسم كالتالي :

نسبة الشحوم في الجسم = (٤,٩٥٠ ÷ الكثافة - ٤,٥٠٠) × ١٠٠

= (٤,٩٥٠ ÷ ١,٠٥٧٠٠٦ - ٤,٥٠٠) × ١٠٠ = ١٨,٣٪

وزن الشحوم في الجسم = (نسبة الشحوم ÷ ١٠٠) × وزن الجسم الكلي

= (١٨,٣ ÷ ١٠٠) × ٧٠ = ١٢,٨١ كجم

وزن الأجزاء غير الشحمية = وزن الجسم الكلي - وزن الشحوم
= ٧٠ - ١٢,٨١
= ٥٧,١٩ كجم

وتعتبر طريقة تحديد التركيب الجسمي بواسطة معرفة كثافة الجسم والوزن تحت الماء من أكثر الطرق العملية المستخدمة الآن في أغراض البحوث العلمية ، كما تعتبر المحك الذي يقاس عليه مدى صلاحية الكثير من الطرق الأخرى ودقتها وخاصة الطرق الميدانية مثل قياس سمك طية ا لجلد والقياسات الجسمية .

الأدوات المستخدمة

● حوض ذو أبعاد لا تقل عن ١٣٠سم × ١٣٠سم × ١٣٠سم به ماء يمكن التحكم في درجة حرارته، ويحتوي على مقياس درجة الحرارة (ثرمومتر) مع توافر نظام يكفل تسخين الماء أو تزويده بماء ساخن مع تصريف للمياه - انظر الشكل رقم (٢١-٢) .

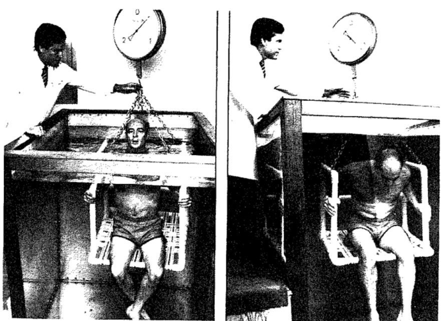
● كرسي من البلاستيك خفيف الوزن معلق من أعلى الحوض حتى يتمكن المفحوص من الجلوس عليه ثم الغوص في الماء ويكون متصلا بميزان دقيق ليتم وزن المفحوص تحت الماء .

● ميزان دقيق ليتم وزن المفحوص فوق الأرض .
●جهاز قياس وظائف الرئتين (سبيروميتر) لقياس السعة الحيوية من أجل تقدير الحجم المتبقي .*

● عندما لا يتوافر حوض الماء ذو الأبعاد المذكورة، يمكن استخدام بركة سباحة ويعلق الكرسي والميزان من عارضة مثبتة على قائم على طرف البركة وبالتالي يمكن الحصول على وزن الجسم تحت الماء . انظر شكل رقم (٢١-٣) .

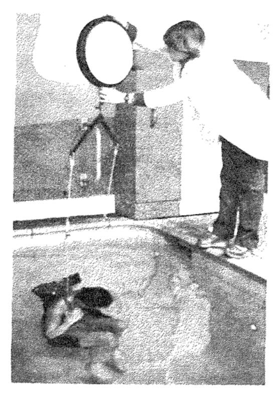
---

* وهو حجم الهواء المتبقي في الرئتين بعد أقصى زفير ممكن حيث لا يمكن إخراج جميع الهواء من الرئتين ، ويؤثر هذا الهواء على عملية الطفو قليلا وبالتالي على تحديد الكثافة، لذا يجب أخذه في الاعتبار . وفي الأوضاع المثلى يتم قياس هذا الحجم بما يسمى إحلال غازات معينة مثل النيتروجين أو الهيليوم، ولكن ذلك يتطلب أجهزة خاصة قد لا تتوافر ، ولهذا يمكن تقديره بدرجة قريبة جدا من القياس .



شكل رقم (٢١-٢): طريقة الوزن تحت الماء لتحديد نسبة الشحوم في الجسم:

(المصدر: *The Physician & Sports Medicine*, 1985, 13(5):78.)



شكل رقم (٢١-٣): طريقة الوزن تحت الماء باستخدام بركة سباحة في حالة تعذر وجود حوض مجهز.

الإجراءات

١- يتم أولا تحديد الوزن فوق الأرض إلى أقرب ١٠٠ جم والمفحوص مرتديا سروالا فقط .
٢- يتم تحديد الحجم المتبقي من الهواء في الرئتين أو تقديره باحدى الطرق التالية (Wilmore1969)

أ - الرجال : ٠,٢٤ × السعة الحيوية .

النساء : ٠,٢٨ × السعة الحيوية .

ب- عند عدم توافر جهاز لقياس السعة الحيوية يمكن تقديره كالتالي :

الرجال : ١٣٠٠ مليلتر .

النساء : ١١٠٠ مليلتر .

٣- يطلب من المفحوص النزول في الحوض والجلوس على الكرسي حتي يتعوّد على درجة حرارة الماء، ومن ثم عليه إخراج أكبر كمية من الهواء مع الغوص في الماء ببطء والاستمرار في إخراج الهواء من الرئتين ، عندما يغوص المفحوص تماما ويتوقف خروج فقاعات الهواء من الماء يتم تسجيل قراءة الميزان على أنه الوزن تحت الماء .

٤- تتم إعادة العملية على الأقل ٣ مرات ويسجل أقل وزن تحت الماء .

٥- تسجل حرارة الماء ويتم أخذها في الاعتبار عند تحديد كثافة الماء كما هو موضح في الجدول رقم (٢١-٢) .

٦- يتم تحديد كثافة الجسم على النحو التالي :

$$\text{كثافة الجسم} = \frac{\text{وزن الجسم في الهواء}}{\left(\frac{\text{وزن الجسم في الهواء} - \text{وزن الجسم في الماء}}{\text{كثافة الماء}}\right) - \text{الحجم المتبقي (لتر)}}$$

٧- يتم تحديد نسبة الشحوم في الجسم باستخدام معادلة سيري على النحو التالي :

$$\text{نسبة الشحوم في الجسم} = \left(\frac{٤,٩٥٠}{\text{كثافة الجسم}} - ٤,٥٠٠\right) \times ١٠٠$$

٨ - يتم تحديد نسبة الأجزاء غير الشحمية في الجسم كالتالي :

نسبة الأجزاء غير الشحمية = ١٠٠ - نسبة الشحوم .

٩- اذن وزن الشحـــوم = وزن الجسم × نسبة الشحوم .
ووزن الأجزاء غير الشحمية = وزن الجسم - وزن الشحوم
١٠- يمكن تسجيل البيانات على ورقة تسجيل البيانات في جدول رقم (٢١-٣) .

جدول رقم (٢١ - ٢): كثافة الماء عند درجات الحرارة المختلفة *

درجة حرارة الماء (°م)	كثافة الماء	درجة حرارة الماء (°م)	كثافة الماء
٤	١,٠٠٠٠٠٠	٣٢	٠,٩٩٥٠٥٧
٢٣	٠,٩٩٧٥٦٩	٣٣	٠,٩٩٤٧٣٤
٢٤	٠,٩٩٧٣٢٧	٣٤	٠,٩٩٤٤٠٣
٢٥	٠,٩٩٧٠٧٥	٣٥	٠,٩٩٤٠٦٣
٢٦	٠,٩٩٦٨١٤	٣٦	٠,٩٩٣٧١٦
٢٧	٠,٩٩٦٥٤٤	٣٧	٠,٩٩٣٣٦٠
٢٨	٠,٩٩٦٢٦٤	٣٨	٠,٩٩٢٩٩
٢٩	٠,٩٩٥٩٧٦	٣٩	٠,٩٩٢٦٢
٣٠	٠,٩٩٥٦٧٨	٤٠	٠,٩٩٢٢٤
٣١	٠,٩٩٥٣٧٢		

* من مصادر متعددة .

جدول رقم (٢١-٣) : ورقة تسجيل البيانات: تقدير نسبة الشحوم بواسطة الوزن تحت الماء .

(١) الوزن فوق الأرض = ---------- كجم .

(٢) الحجم المتبقي = ------------- لتر .

(٣) الوزن تحت الماء = ---------- كجم .

(٤) كثافة المـــــاء = ---------- (انظر جدول رقم ٢١-٢) .

(٥) الوزن في الهواء ــ الوزن في الماء = ---------- كجم .

(٦) كثافة الجســم = ----------

(٧) نسبة الشحوم = ($\frac{٤,٩٥}{....}$ - ٤,٥٠) × ١٠٠

(٨) نسبة الأجزاء غير الشحمية = ------------------------

(٩) وزن الشحـــــوم = ------------------------

(١٠) وزن الأجزاء غير الشحمية = ------------------------



تجربة رقم (٢٢)

تقدير نسبة الشحوم عن طريق قياس سمك طية الجلد

- الأساس النظري
- تعليمات بشأن قياس سمك طية الجلد
- المناطق الأكثر شيوعا في قياس سمك طية الجلد
- كيفية قياس سمك طية الجلد
- معادلات التنبؤ بنسبة الشحوم في الجسم
- إجراءات التجربة



الأساس النظري

على الرغم من أن طريقة الوزن تحت الماء وقياس كثافة الجسم تعتبر من أفضل الطرق لتحديد نسبة الشحوم في الجسم، إلا أن ذلك يتطلب توافر مختبر يحتوي على الأدوات والأجهزة المناسبة . ولهذا جاءت الحاجة إلى طرق أخرى يمكن بواسطتها التنبؤ بنسبة الشحوم في الجسم ولا تحتاج إلا لأدوات بسيطة ويمكن تطبيقها على عدد كبير من المفحوصين . ومن هذه الطرق قياس سمك طية الجلد أو (Skinfold thickness) .

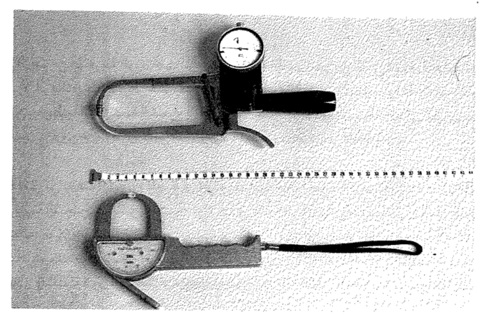
ولأن أكثر من نصف الشحوم المخزنة في الجسم موجود تحت الجلد، فإن معرفة كمية هذه الشحوم تعطي مؤشرا على نسبة الشحوم الكلية في الجسم، حيث يتم في هذه الطريقة قياس سمك طية الجلد في مناطق معينة من الجسم بواسطة جهاز خاص يسمى مقياس سمك طية الجلد (Skinfold caliper). وتعتبر أكثر المناطق شيوعا كمواقع لقياس سمك طية الجلد : منطقة العضلة ذات الرؤوس الثلاثة (triceps) والمنطقة تحت لوح الكتف (Subscapular) والمنطقة فوق عظم الحرقفة (Suprailiac) ، ومنطقة البطن (Abdominal) ، ومنطقة الفخذ (Thigh) ومنطقة الصدر (Chest) .

ويتطلب استخدام مقياس سمك طية الجلد تدريبا جيدا على طريقة القياس وعلى معرفة المكان الصحيح بالضبط حتى لا يحدث تفاوت في القياسات المختلفة. وتتأثر القراءات من جراء قيام أكثر من شخص واحد بعملية القياس خاصة عند عدم توافر الخبرة والتدريب الجيد .

ويمكن استخدام قراءات سمك طية الجلد مباشرة كمؤشر على السمنة عند مقارنتها بمعايير لمجموعة من الناس أو عند مقارنة سمك طية الجلد لفرد ما قبل التدريب البدني وبعده . ويمكن كذلك محاولة تحويل قراءات سمك طية الجلد إلى نسبة الشحوم في الجسم عن طريق جمع ثلاث أو خمس من قراءات سمك طية الجلد من مناطق مختلفة ووضعها في معادلات تتنبأ بنسبة الشحوم في الجسم مأخوذة من دراسات تشير إلى العلاقة بين سمك الجلد ونسبة الشحوم في الجسم التي تم تحديدها بالوزن تحت الماء .

تعليمات بشأن قياس سمك طية الجلد

١- استخدم دائما جهاز قياس معايرا يتميز بثبات مقبول فيما يتعلق بشدة ضغط فكي الجهاز، ويجب ألا يقل هذا الثبات عن ١٠ جم / مم٢ على طول مدى الجهاز . ومن أشهر أجهزة قياس سمك طية الجلد نوع هاربندن (Harpenden)، وكذلك نوع لانق (Lange) والمعروف أن قوة ضغط فكي جهاز هاربندن تساوي ١٠ جم/ مم٢ (انظر الشكل رقم ٢٢-١) .



شكل رقم (٢٢-١) : بعض أجهزة قياس سمك طية الجلد ويبدو في أعلى الصورة جهاز هاربندن وفي أسفلها جهاز لانق (الصورة من مختبر وظائف أعضاء الجهد البدني ـ قسم التربية البدنية ـ جامعة الملك سعود) .

٢- يجب أن تؤخذ جميع القياسات من قبل شخص واحد متدرب على الطريقة الصحيحة لاستخدام المقياس ومواقع المناطق التشريحية ، فذلك من شأنه التقليل من التفاوت الناتج من عملية القياس (تقليل خطأ القياس) .

٣- يجب أن تؤخذ القياسات من جهة واحدة في الجسم باستمرار . والجدير بالذكر أن جهة اليمين تستخدم في أمريكا الشمالية ، بينما جهة اليسار تستخدم في أوروبا .

٤- يجب أن تؤخذ جميع القياسات فى أول النهار (إن أمكن ذلك) حتى يمكن تجنب التغيرات الناتجة عن اختلاف المحتوى المائي في الجسم (Hydration) .

المناطق الأكثر شيوعا في قياس سمك طية الجلد

يوجـد العديـد من المناطق في الجسم لقياس سمك طية الجلـد إلا أن أكثرها شيوعـا ما يلي (انظر الشكل رقم ٢٢_٢) :

١- سمك طية الجلد في منطقة الصدر (Chest) :
وتكون ثنية مائلة (Diagonol fold) في منتصف الخط الوهمي بين الأبط وحلمة الصدر بالنسبة للرجال ويكون أقرب إلى الأبط (ثلث المسافة) للنساء .

٢- سمك طية الجلد في منطقة العضلة ذات الرؤوس الثلاثة (Triceps) :
وتكون ثنية أفقية (Vertical) في الجلد فوق العضلة ذات الرؤوس الثلاثة في منتصف المسافة بين النتوء المرفقي (Olecranon process) والنتوء الأخرومي (Acromion) عندما يكون مفصل المرفق ممتدا .

٣- سمك طية الجلد في منطقة ما تحت عظم لوح الكتف (Subscapular) :
وتكون ثنية مائلة (Diagonal) تحت الزاوية السفلى (١-٢سم) لعظم لوح الكتف باتجاه العمود الفقري .

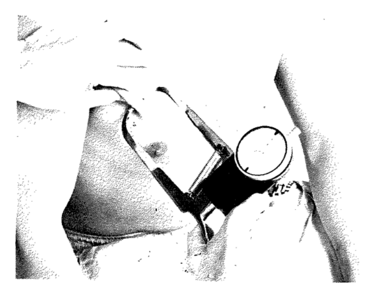
٤- سمك طية الجلد في منطقة البطن (Abdominal)
وتكون ثنية أفقية (Vertical) على جانب السرة (تبعد حوالي ٢سم منها) .

٥- سمك طية الجلد فوق العظم الحرقفي (Suprailiac) :
وتكون ثنية مائلة (Diagonal) فوق عظم الحرقفة مباشرة .

٦- سمك طية الجلد في منطقة الفخذ (Thigh) :
وتكون ثنية أفقية (Vertical) في الجهة الأمامية وفي منتصف المسافة بين مفصل الركبة ومفصل الورك .

٧- سمك طية الجلد في منطقة الساق (Calf) :
وتكون ثنية أفقية (Vertical) في الجهة الأنسية عند أكبر محيط للساق .

ورغم تعدد مناطق قياس سمك طيـة الجلد إلا أن، لكل باحث خيارا خاصا بنـاء على عدة اعتبارات منها سهولة الوصول إلى المنطقة ونوعية العينة (نساء ، رجال ، أطفال ، كبار السن . . الخ) . ورغم شيوع المناطق السبع السابقـة الذكر إلا أن أكثرهـا شهرة أيضا سمك طية الجلـد في منطقة العضلة ذات الرؤوس الثـلاثة وتحت



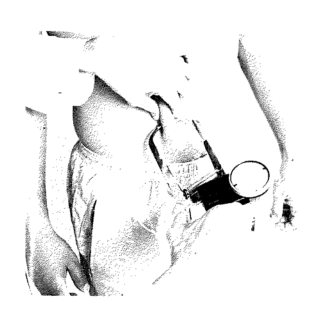
(١) سمك طية الجلد في منطقة الصدر



(٢) سمك طية الجلد في منطقة العضلة ذات الرؤوس الثلاثة



(٣) سمك طية الجلد في المنطقة تحت عظم لوح الكتف

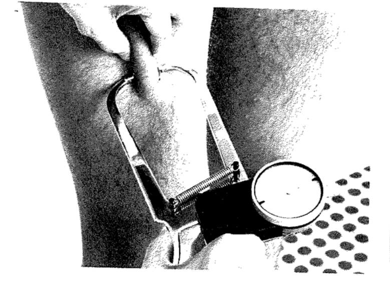


(٤) سمك طية الجلد في منطقة البطن

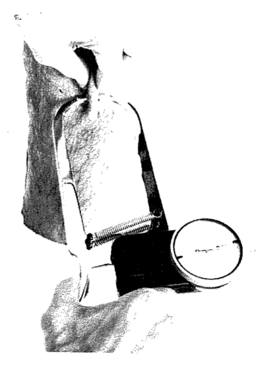
شكل رقم (٢٢-٢) : أكثر المناطق شيوعا في قياس سمك طية الجلد مع توضيح لكيفية القياس (الصور من مختبر وظائف أعضاء الجهد البدني ـ قسم التربية البدنية ـ جامعة الملك سعود).



(٥) سمك طية الجلد فوق العظم الحرقفي



(٦) سمك طية الجلد في منطقة الفخذ



(٧) سمك طية الجلد في منطقة الساق

ت شكل رقم (٢٢-٢) .

عظم لوح الكتف . والجدير بالذكر أن ملاحظاتنا الأولية على الرياضيين والشباب السعودي تشير إلى أن أكثر المناطق سهولة وثباتا لقياس سمك الجلد لديهم هي منطقة العضلة ذات الرؤوس الثلاثة وتحت عظم الكتف وفوق العظم الحرقفي .

كيفية قياس سمك طية الجلد

إن الطريقة المثلى لقياس سمك طية الجلد تتم على النحو التالي (انظر الشكل رقم ٢٢-٢) :

١- يتم أولا تحديد المنطقة التشريحية بوضوح تام .
٢- يقوم الفاحص مستخدما إحدى يديه برفع ثنية الجلد بواسطة الإبهام والسبابة إلى حوالي ٢سم بعيدا عن العضلات .
٣- يضع الفاحص فكي الجهاز برفق على ثنية الجلد ثم يرخي (يطلق) قابض الفكين ويقرأ السمك مباشرة .
٤- عند الانتهاء من أخذ القراءة يجب تجنب سحب فكي الجهاز مباشرة من فوق الجلد، بل يتم ضغط فكي الجهاز ثم إبعاده حتى لا يخدش الجلد .

معادلات التنبؤ بنسبة الشحوم في الجسم من قياسات سمك طية الجلد

هناك العديد من المعادلات التي تقدر نسبة الشحوم في الجسم مباشرة من خلال قياسات سمك طية الجلد في موضعين أو أكثر ، ونجد أن بعض هذه المعادلات تقدر كثافة الجسم، وبالتالي فما عليك بعد ذلك إلا تطبيق أي من معادلة سيري (Siri) أو بروزيك (Brozek) ، وسنتطرق إلى بعض من هذه المعادلات :

معادلة سلون (Sloan) :

رجــال :

كثافة الجسم = ١,١٠٤٣ - ٠,٠٠١٣٢٧ (سمك الجلد في الفخذ) -
٠,٠٠١٣١ (سمك الجلد تحت عظم لوح الكتف) .

نساء :

كثافة الجسم = ١,٠٧٦٤ - ٠,٠٠٠٨١ (سمك الجلد فوق العظم الحرقفي) -
٠,٠٠٠٨٨ (سمك الجلد فوق العضلة ذات الرؤوس الثلاثة) .

ثم تطبق معادلة كيز و بروزيك (Keys & Brozek)

$$\text{نسبة الشحوم في الجسم} = \left(\frac{٤,٢٠١}{\text{كثافة الجسم}} - ٣,٨١٣\right) \times ١٠٠$$

معادلة درنن وومسلي (Durnin & Womersley) :

رجال ١٧ - ٧٢ :

كثافة الجسم = ١,١٧٠٤ - ٠,٠٧٣١ لوغاريتم س

نساء ١٦ - ٦٨ :

كثافة الجسم = ١,١٣٢٧ - ٠,٠٦٤٣ لوغاريتم س

حيث تمثل س : مجموع كل من سمك الجلد فوق العضلة ذات الرؤوس الثلاثة وسمك الجلد تحت عظم لوح الكتف وسمك الجلد فوق العظم الحرقفي (مم).

ثم تطبق معادلة سيري لتحديد نسبة الشحوم في الجسم كالتالي :

$$\text{نسبة الشحوم في الجسم} = \left(\frac{٤,٩٥}{\text{كثافة الجسم}} - ٤,٥٠\right) \times ١٠٠$$

معادلة لوهمان (Lohman) :

كثافة الجسم = ١,٠٩٨٢ - [٠,٠٠٠٨١٥ × (سمك الجلد فوق العضلة ذات الرؤوس الثلاثة + سمك الجلد تحت عظم لوح الكتف + سمك الجلد بمنطقة البطن)] + [٠,٠٠٠٠٠٠٨٤ × (سمك الجلد فوق العضلة ذات الرؤوس الثلاثة + سمك الجلد تحت عظم لوح الكتف + سمك الجلد بمنطقة البطن)]^{٢}

ثم تطبق معادلة بروزيك لتحديد نسبة الشحوم كالتالي :

$$\text{نسبة الشحوم في الجسم} = \left(\frac{٤,٥٧٠}{\text{كثافة الجسم}} - ٤,١٤٢\right) \times ١٠٠$$

معادلة كاتش ومكردل (Katch & McArdle) :

رجال (١٧-٢٦ سنة) :

نسبة الشحوم في الجسم = ٠,٤٣ (أ) + ٠,٥٨ (ب) + ١,٤٧

أ = سمك الجلد فوق العضلة الثلاثية الرؤوس (مم) .

ب = سمك الجلد تحت عظم لوح الكتف (مم) .

نساء (١٧-٢٦ سنة) :

نسبة الشحوم في الجسم = ٠,٥٥ (أ) + ٠,٣١ (ب) + ٦,١٣

أ = سمك الجلد فوق العضلة الثلاثية الرؤوس (مم) .

ب = سمك الجلد تحت عظم لوح الكتف (مم) .

معادلة جاكسون وبولك (Jackson & Pollock) :

رجال (١٨-٦١ سنة) :

كثافة الجسم = ١,١١٢٥٠٢٥ - ٠,٠٠١٣٢٥ (أ) + ٠,٠٠٠٠٠٥٥ (أ)^{٢} - ٠,٠٠٠٢٤٤٠ (ب)

حيث تمثل أ = مجموع سمك الجلد فوق الصدر وفوق العضلة الثلاثية الرؤوس وتحت عظم لوح الكتف.

ب = العمر بالسنوات .

ثم تطبق معادلة سيري كالتالي :

نسبة الشحوم في الجسم = (٤,٩٥٠ / كثافة الجسم - ٤,٥٠٠) × ١٠٠

نساء (١٨-٦١ سنة) :

كثافة الجسم = ١,٠٨٩٧٣٣ - ٠,٠٠٠٩٢٤٥ (أ) + ٠,٠٠٠٠٠٢٥ (أ)^{٢} - ٠,٠٠٠٠٩٧٩ (ب).

حيث تمثل أ = مجموع سمك الجلد فوق العضلة الثلاثية الرؤوس وفوق العظم الحرقفي وفي منطقة البطن .

ب = العمر بالسنوات .

ومن ثم يتم تطبيق معادلة سيري كما في الرجال لتحديد نسبة الشحوم في الجسم .

معادلة بارزكوفا (Parizkova) :

العمر من ٩ - ١٢ سنة :

كثافة الجسم = ١,١٠٨ - ٠,٠٢٧ (لوغاريتم سمك الجلد فوق العضلة الثلاثية الرؤوس) - ٠,٠٣٩ (لوغاريتم سمك الجلد فوق عظم لوح الكتف) .

العمر من ١٣ - ١٨ سنة :

كثافة الجسم = ١,١٣٠ - ٠,٠٥٥ (لوغاريتم سمك الجلد فوق العضلة الثلاثية الرؤوس) - ٠,٠٢٦ (لوغاريتم سمك الجلد فوق عظم لوح الكتف) .

ثم يتم تطبيق معادلة سيري لتحديد نسبة الشحوم في الجسم .

معادلة بويليو ولوهمان (Boileau & Lohman) :

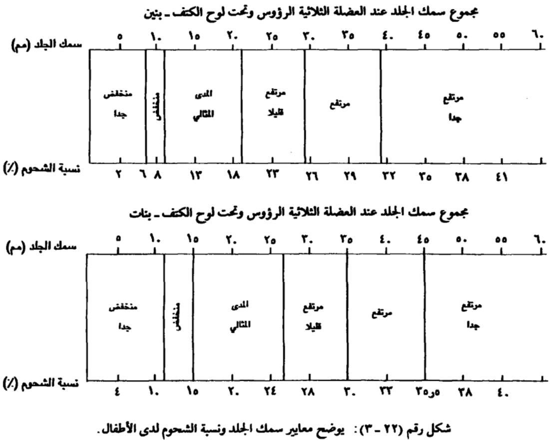
الرجال (٨ - ٢٩) سنة :

نسبة الشحوم في الجسم = ١,٣٥ (مجموع سمك الجلد فوق العضلة الثلاثية الرؤوس وسمك الجلد تحت عظم لوح الكتف) - ٠,٠١٢ (مجموع سمك الجلد فوق العضلة الثلاثية الرؤوس وسمك الجلد تحت عظم لوح الكتف)^{٢} - ٤,٤ .

النساء (٨ - ٢٩ سنة) :

نسبة الشحوم في الجسم = ١,٣٥ (مجموع سمك الجلد فوق العضلة الثلاثية الرؤوس وسمك الجلد تحت عظم لوح الكتف) - ٠,٠١٢ (مجموع سمك الجلد فوق العضلة الثلاثية الرؤس وسمك الجلد تحت عظم لوح الكتف)^{2} - ٢,٤ .

ومن الجدير بالإشارة أيضا أن لوهمان وزملاءه قد وضعوا معايير لمجموع سمك الجلد عند العضلة ذات الرؤوس الثلاثة وتحت لوح الكتف (ومن ثم لنسبة الشحوم في الجسم) لدى الأطفال . وهذه المعايير يوضحها الشكل البياني رقم (٢٢-٣) ، ويتم استخدامه بتحديد سمك الجلد أولا عند العضلة ذات الرؤوس الثلاثة وتحت لوح الكتف كما هو متبع، ثم يتم جمعها والنظر في الرسم البياني، ثم تحديد موقع سمك الجلد على الرسم ومعرفة الفئة التي ينتمي إليها .



شكل رقم (٢٢ - ٣): يوضح معايير سمك الجلد ونسبة الشحوم لدى الأطفال.

المصدر : Lohman, JOPERD, 1987, 58(9):98-102 .

ملحوظة بالنسبة لتحديد نسبة الشحوم عند الأطفال

كما أوضحنا في الجزء الخاص بـالتركيب الجسمي فإن جميع معادلات تحديد نسبـة الشحوم في الجسم مبني على افتراض أن كثافة الشحوم حوالي ٩, ٠ جم/ مليلتر، والأجـزاء غير الشحمية حوالي ١, ١ جم/ مليلتر ، إلا أن هناك الكثير من المختصين يعتقدون أن كثـافة العظام لـدى الأطفال أقل منها لـدى الكبار، وبالتـالي قد لا تنطبق عليهم هذه الافتراضات ، ممـا حدا لوهمان (Lohman) إلى اقتراح معادلة خـاصة للأطفال بدل معـادلة سيري أو بروزيك للكبار وهي كالتالي :

نسبة الشحوم في الجسم = (٥,٣٠ / كثافة الجسم - ٤,٨٩) × ١٠٠

إجراءات التجربة

١- على المفحوص أولا خلع الملابس عن المناطق المراد قياس سمك جلدها .
٢- تحدد المناطق بوضوح بواسطة قلم أو ما شابه ذلك .
٣- يتم قياس سمك الجلد كما هو موضح في الجزء الخاص بكيفية قياس سمك الجلد .
٤- يتم أخذ ٣ قراءات ويسجل متوسطها على أساس أنه سمك الجلد في تلك المنطقة .
٥- تسجل البيانات في ورقة تسجيل البيانات في جدول رقم (٢٢-١) .
٦- يتم تحديد نسبة الشحوم في الجسم باستخدام أي من المعادلات السابقة الذكر .

جدول رقم (٢٢ ـ ١): ورقة تسجيل البيانات: قياس سمك طية الجلد.

الاسم	سمك طيّة الجلد (مم)						
	الصدر	فوق العضلة الثلاثية الرؤوس	تحت عظم لوح لكتف	البطن	فوق العظم الحرقفي	الفخذ	الساق



تقدير التركيب الجسمي عن طريق قياس محيطات وعروض أجزاء الجسم

- الأساس النظري
- المناطق الأكثر شيوعا عند قياس محيطات أجزاء الجسم
- المناطق الأكثر شيوعا عند قياس عروض أجزاء الجسم
- تجربة رقم (٢٣) تقدير نسبة الشحوم عن طريق القياسات الجسمية (طريقة بنكي Behnke)



الأساس النظـري

تعتبر هذه الطرق من أسهل الـوسائل وأقلها تكلفة في تقديـر التركيب الجسمي للفرد ، حيث تتطلب شريط قياس (Tape) ومقياسا لعروض العظام (Anthropometer) ، كما أن عملية القياس في حـد ذاتها تعتبر دقيقة لكون المناطق التشريحية واضحة ولهذا نجد أن مقدار الاختلاف أو التفاوت في القياس بين شخصين متدربين قليل جدا .
ويتم التنبؤ بنسبة الشحـوم في الجسم من خلال استخدام معادلات جـاهزة تعطي العلاقة بين قيـاسات محيطات أو عروض أجـزاء من الجسم ونسبة الشحوم في الجسم ، وكما في قيـاس سمك الجلد فإن هذه المعادلات الخاصـة مبنية على دراسـات استخدمت فيهـا طريقـة الوزن تحت الماء كمحـك للقياسـات الجسمية (محيطـات أو عروض أجـزاء الجسم) . وتجدر الاشارة إلى وجوب الحذر عند استخدام معادلات التنبؤ بنسبة الشحوم المبنية على قياسات محيطات أو عروض أجزاء من الجسم لأن هذه المعادلات تكون صالحة للمجموعات التي عملت لأجلها فقط ، ويجب توخي الحذر عند استخـدامها خاصة مع الأفـراد المتطرفين في الوزن (نحيل جدا أو بـدين جدا) وكذلك عنـد الـرياضين الذين لديهم نسب منخفضة من الشحوم .

المناطق الأكثر شيوعا عند قياس محيطات أجزاء الجسم

١- محيط الكتفين (Shoulders) : أكبر محيط للكتفين من فوق العضلة الدالية واليدين إلى أسفل .
٢- محيط الصدر (Chest) : يتم أخذ محيط الصدر في مستوى فوق الحلمة بالضبط ويحتسب متوسط أقصى محيط (شهيق) وأدنى محيط (زفير) أثناء التنفس الاعتيادي .
٣- محيط البطن (Abdomen) : أصغر محيط للبطن فوق السرة ٢-٣ سم .
٤- محيط الوركين (Gluteus) : عند أكبر محيط للوركين عند مستوى الإليتين .
٥- محيط الفخذ (Thigh) : أكبر محيط للفخذ (هناك من يأخذ محيط الفخذ عند منتصف الفخذ) .
٦- محيط الساق (Calf) : أكبر محيط عند سمانة الساق أثناء الإنقباض وكذلك أثناء الارتخاء .
٧- محيط كاحل القدم (Ankle) : أصغر محيط فوق الكعب (malleoli) .
٨- محيط العضد (Arm) : أكبر محيط أثناء الإنقباض وكذلك أثناء الإرتخاء .

٩- محيط الساعد (Forearm) : أكبر محيط للساعد والذراع ممدودة والكف إلى أعلى .

١٠- محيط رسغ اليد (Wrist) : أصغر محيط لرسغ اليد فوق عظمي الكعبرة والزند والكف إلى اسفل .

المناطق الأكثر شيوعا عند قياس عروض أجزاء الجسم

١- عرض الكتفين (Biacromial) : المسافة بين النتوءين الأخروميين .

٢- عرض الصدر (Chest) : يتم القياس من الأمام وتحت مستوى الحلمة مباشرة .

٣- عرض الحوض (Bi-iliac) : المسافة بين نتوءي العظمين الحرقفيين .

٤- عرض الوركين (Bi-trochanteric) : المسافة بين المدورين الكبيرين .

٥- عرض الركبة (Knee) : أثناء الجلوس وزاوية مفصل الركبة ٩٠ .

٦- عرض المرفق (Elbow) : المسافة بين لقمتي عظم العضد والمفصل بزاوية ٩٠ والكف باتجاه وجه المفحوص .

٧- عرض كاحل القدم (Ankle) : يتم القياس من الخلف وفوق الكعب مباشرة (Malleoli) .

٨- عرض رسغ اليد (Wrist) : المسافة بين عظمي الكعبرة والزند واليد ممدودة والكف إلى أسفل .

تجربة رقم (٢٣)

تقدير نسبة الشحوم عن طريق القياسات الجسمية
(طريقة بنكي Behnke)

- الغرض من التجربة
- الأساس النظري
- الأدوات المستخدمة
- الإجراءات

الغرض من التجربة

تقدير التركيب الجسمي بواسطة القياسات الجسمية .

الأساس النظري

تتلخص فكرة التجربة والمعروفة بطريقة بنكي ، نسبة إلى الدكتور بنكي Behnke ، بأن يتم عمل قياسات محدودة لأجزاء عظمية من الجسم ومن خلال هذه القياسات وقياس طول الفرد يمكن تطبيق معادلة الدكتور بنكي للحصول على وزن الأجزاء غير الشحمية من الجسم وبالتالي معرفة نسبة الشحوم في الجسم. هذه القياسات تتمثل في قياس عروض عظام الكتفين والمرفقين ورسغي اليدين والصدر والوركين والحوض والركبتين وكاحلي القدمين ثم تطبيق المعادلة التالية :

$$\text{وزن الأجزاء غير الشحمية} = \text{أ}^{2} \times \frac{\text{الطول (سم)}}{10}$$

حيث تمثل أ متوسط القياسات المذكورة أعلاه ومن ثم يمكن معرفة نسبة الشحوم في الجسم كالتالي :

$$\text{نسبة الشحوم} = \frac{\text{وزن الجسم} - \text{وزن الأجزاء غير الشحمية}}{\text{وزن الجسم}}$$

الأدوات المستخدمة

- ميزان معاير يقيس إلى أقرب ١٠٠ جم .
- مقياس أجزاء الجسم (Anthropometer) .

الإجراءات

١- حدد وزن المفحوص إلى أقرب ١٠٠ جم وكذلك الطول إلى أقرب سم .
٢- يتم قياس أجزاء الجسم بالسنتيمتر والمفحوص جالس على النحو التالي :

أ) عرض الكتفين (Biacromial) : المسافة بين النتوءين الأخروميين .
ب) عرض الصدر (Chest) : أثناء التنفس الاعتيادي عند مستوى الحلمة للرجال وعند مستوى الضلع الخامس إلى السادس من الصدر للنساء .
جـ) عرض الحوض (Bi-iliac) : المسافة بين العظمين الحرقفيين .
د) عرض الوركين (Bi-trochantric) : المسافة بين المدورين الكبيرين .
هـ) عرض الركبتين (Knees) : مجموع عرض الركبتين اليمنى واليسري والمفحوص جالس والركبة في حالة ثني ٩٠ درجة .
و) عرض كاحلي القدمين (Ankles) : مجموع عرضي كاحلي القدمين من الخلف .
ز) عرض المرفقين (Elbows) : مجموع عرضي المرفقين الأيمن والأيسر ومفصل المرفق في حالة ثني ٩٠ درجة .
ح) عرضي رسغي اليدين (Wrists) : مجموع عرضي رسغي اليدين .

٣- تسجل البيانات بعد ذلك على ورقة التسجيل في جدول رقم (٢٣-١) .
٤ - يتم قسمة كل قياس من القياسات الثمانية على الرقم الثابت أمام كل قياس كما هو موضح في ورقة التسجيل في جدول رقم (٢١-١) ثم تجمع ويتم حساب المتوسط الكلي .
٥- يتم تحديد وزن الأجزاء غير الشحمية من الجسم كالتالي :

$$\text{وزن الأجزاء غير الشحمية (Lean body weight)} = \text{أ}^{2} \times \frac{\text{الطول (سم)}}{10}$$

حيث أ = المتوسط الكلي للناتج .

$$\text{نسبة الشحوم في الجسم} = \frac{\text{وزن الجسم} - \text{وزن الأجزاء غير الشحمية}}{\text{وزن الجسم}}$$

جدول رقم (٢٣ ـ ١): ورقة تسجيل البيانات:تقدير نسبة الشحوم في الجسم من خلال القياسات الجسمية (طريقة بنكي).

أجزاء الجسم	القياس (سم)			ثابت		الناتج
	أيمن	أيسر	مجموع	الرجال	النساء	
عرض الكتفين*				÷ ٢١,٦	٢٠,٤	
عرض الصدر*				÷ ١٥,٩	١٤,٨	
عرض الحوض*				÷ ١٥,٦	١٦,٧	
عرض الوركين*				÷ ١٧,٤	١٨,٦	
عرض الركبة				÷ ٩,٨	١٠,٣	
عرض رسغ القدم				÷ ٧,٤	٧,٤	
عرض المرفق				÷ ٧,٤	٦,٩	
عرض رسغ اليد				÷ ٥,٩	٥,٨	

* يسجل المجموع فقط.

المجموع = ______

** المتوسط الكلي = المجموع / ٨

المتوسط الكلي** = ______



المراجع

١- المزاع ، هزاع . «اللياقة البدنية - ماهيتها وأهميتها ». *وقائع ندوة بحث اللياقة البدنية للشباب السعودي* ، الرئاسة العامة لرعاية الشباب ، ص ص ٢٧-٤٢ ، ١٤٠٧هـ .

٢- المزاع ، هزاع . «الاستهلاك الأقصى للأكسجين : مفهومه وأهميته». *وقائع الدورة التدريبية الرابعة للطب الرياضي* ، الاتحاد السعودي للطب الرياضي ، ص ص ١١٩-١٣٧ ، ١٤٠٩هـ .

٣- A Round Table, "Body Composition", *The Physician & Sports Medicine*, 14, No. 3 (1986), 144-162.

٤- Astrand, P.O. *Ergometry-Test of Physical Fitness.* Verberg, Sweden: Monark-Crescent, 1965.

٥- Astrand, P. O. "Quantification of Exercise Capability and Evaluation of Physical Capacity in Man". *Progress in Cardiovascular Disease*, Vol. XIX, No. 1:(1976), 51-67.

٦- Astrand, P. O., and Rodahl, K. *Textbook of Work Physiology.* New York: McGraw-Hill Book Comp., 1987.

٧- Astrand, P. and Ryhming, I. "A Nomogram for Calculation of Aerobic Capacity (Physical Fitness) from Pulse Rate During Submaximal Work". *J. Appl. Physiol.* 7:(1954),218-221.

٨- Behnke, A. and Wilmore, J. *Evaluation and Regulation of Body Build and Composition.* Englewood Cliffs, N.J.: Prentice-Hall, 1974.

٩ - Birk, T. and Birk, C. "Use of Rating of Perceived Exertion for Exercise Prescription". *Sports Medicine*, 4, No. 1 (1987), 1-8.

١٠ - Boileau, R., Lohman, T. and Slaughter, M. "Exercise and Body Composition of Children & Youth". *Scandinavian J. Sports Sciences*, 7, No. 1 (1985), 17-27.

١١ - Borg, G. and Linderholm, H. "Perceived Exertion and Pulse rate During Graded Exercise in Various Age Groups." *Acta Medica Scand.*, , 472 (1967),194-206.

١٢ - Brodie, D. "Techniques of Measurement of Body Composition: Part I." *Sports Medicine*, 5, No. 1(1988), 11-40.

١٣ - Brodie, D. "Technique of Measurement of Body Composition: Part II." *Sports Medicine*, 5, No. 2 (1988), 74-98.

١٤ - Brozek, J., Grande, F. Anderson, T. and Keys, A. "Densitometric Analysis of Body Composition: Revision of Some Quantituative Assumptions." *Ann. N.Y. Acad. Sci.*, 110 (1963),113-140.

١٥ - Burke, E. "Validity of Selected Laboratory and Field Tests of Physical Working Capacity." *Research Quarterly*, 47 (1976),95-104.

١٦ - Clark, H. *Muscular Strength and Endurance in Man*. Inglewood Cliffs, New Jersey: Prentice-Hall Inc., 1966.

١٧ - Coggan, A.R., Costill, D.L. "Biological and Technological Variability of Three Anaerobic Ergometer Tests." *International J. of Sports Medicine*, 5 (1984), 142-145.

١٨ - Cooper, K.H. "Testing & Developing Cardivascular Fitness." In: *Exercise, Science & Fitness*. (ed.) E. J. Burke. Ithaca, N.Y.: Movement Publications, 1980, pp. 45-55.

١٩ - Couldry, W., Corbin, C. and Wilcox A.: "Carotid vs. Radial Pulse Counts." *The Phys. Sports Med.*, 1982, 10, No. 12 (1982), 67-72.

٢٠- Davies, C.T.M. and Young, K. "Effects of Eternal Loading on Short Term Power Output in Children and Youngmale Adults." *Europ. J. Applied Physiology,* 52 (1984) 351-354.

٢١- deVries, H.A. *Laboratory Experiments in Physiology of Exercise.* Dubuque: Wm.C. Brown Comp., 1971.

٢٢- deVries, H.A. *Physiology of Exercise for Physical Education and Athletics.* Dubuque, Iowa: Wm. C. Brown Comp., 1980.

٢٣- Durnin, J.V. and Womersley, J. "Body Fat Assessed from Total Body Density and Its Estimation from Skinfold Thickness: Measurement on 481 Men and Women Aged from 16 to 72 Years." *British J. of Nutrition,* 32 (1974) 77-92.

٢٤- Edington, D. & Edgerton, V. *The Biology of Physical Activity.* Boston: Houghton Mifflin Company, 1976.

٢٥- Enoka, R.M. "Muscle Strength and Its Development: New Perspectives." *Sports Medicine,* 6, No. 3 (1988), 146-168.

٢٦- Fardy, P.S. "Isometric Exercise and the Cardiovascular System". *The Phys. & Sports Med.,* 9, No. 9 (1981), 43-56.

٢٧- Foster, C. "Stress Testing: Directions for the Future". *Sports Medicine,* 6 No.1 (1988),11-22.

٢٨- Fox, E. "A Simple Accurate Technique for Predicting Maximal Aerobic Power". *J. Appl. Physiol.,* 35, No. 6 (1973), 914-916.

٢٩- Fox, E. L. *Sports Physiology,* Philadelphia: W. B. Saunders Company, 1979.

٣٠- Fox, E.L., Bowers, R.W. and Foss, R. *The physiological Basis of physical Education and Athletics.* 4th Edition, Philadelphia: Saunders College Publishing, 1988.

٣١- Glencross, D. J. "The Nature of the Vertical Jump Test and the Standing Broad Jump". *Research Quarterly*, 37 (1966), 553-359.

٣٢- Howley, E. and Franks, B. *Health & Fitness Instructions Handbook*, Champaign, Ill: Human Kinetics Publishers, Inc., 1986.

٣٣- Jackson, A. and Pollock, M. "Practical Assessments of body composition". *The Phys. & Sports Medicine*, 13, No. 5, (1985), 76-90.

٣٤- Kalamen, J. "Measurement of Maximum Muscular Power in Man". *Doctoral Dissertation*, The Ohio State University, 1968.

٣٥- Katch, F. and Katch, V. "Measurement and Prediction Errors in Body Composition Assessment and the Search for the Perfect Equation." *Res. Quart. Exer. Sports*, 51, No.1 (1980), 249-260.

٣٦- Katch, F. and McArdle, W. "Prediction of Body Density from Simple Anthropometric Measurements in College Men & Women". *Human Biology*, 45 (1973), 445-455.

٣٧- Katch, V., Sady, S. and Freedson, P. "Bioloical Variability in Maximum Aerobic Power." *Med. Sci. Sports Exer.*, 14, No.1 (1982), 21-25.

٣٨- Katch, V., and Weltman, A. "Interrelationship between Anaerobic Power Output, Anaerobic Capacity and Aerobic Power." *Ergonomics*, 22 (1979), 325-332.

٣٩- Katch, V., Weltman, A., Martin, R. and Gray, L. "Optimal Test Characteristics for Maximal Anaerobic Work on the Bicycle Ergometer. *Res. Quart.*, 48 (1977), 319-329.

٤٠- Keys, A., and Brozek, J. "Body Fat in Adult Man". *Physiol. Rev.*, (1953), 245-325.

٤١- Kitagawa, K., Suzuki, M. and Miyashita, M. "Anaerobic Power Output of Young Obesemen: Comparison with Non Obese Men and the Role of Excess Fat." *European J. of Applied Physiology*, 43 (1980), 229-234.

٤٢ـ Kyle, C.R. and Caizzo, V. "A Comparison of the Effect of External Loading Upon Power Output in Stair Climbing and Running Up a Ramp". *European J. Applied Physiology,* 54 (1985), 99-103.

٤٣ـ Larson, L. (ed.) *Fitness, Health and Work Capacity.* International Committee for the Standardization of Physical Fitness Tests, New York: MacMillan Publishing Comp., Inc. 1974.

٤٤ـ Leighton, J.R. "The Leighton Fxometer and Flexibility Test." *J. of Arch. Phys. Med. & Rehab.,* 20, No. 3 (1966), 86-93.

٤٥ـ Lohman, T.G. " Skinfolds and Body Density and Their Relation to Body Fatness:" A Review." *Human Biology,* 53 (1981), 181-225.

٤٦ـ Lohman, T. "The Use of Skinfold to Estimate Body Fatness on Children and Youth." *JOPERD,* 58, No. 9 (1987), 98-102.

٤٧ـ Lohman, T., Boileau, R. and Slaughter, M. " Body Composition in Children and Youth". In: *Advances in Pediatric Sports Sciences,* R. Boilleau (ed). 1984, 1-29.

٤٨ـ Lohman, T., Roche, A. and Martorell, R. *Anthropometric Standardization Reference Manual.* Champaign, Ill.: Human Kinetics Books, 1988.

٤٩ـ MacDougall, J., Wenger, D. and Green, H. J. *Physiological Testing of the High – Performance Athlete.* Champaign, Ill.: Human Kinetics Books, 1991.

٥٠ـ Margaria, R., Aghemo, I. and Rovelli E. "Measurement of Muscular Power (Anaerobic) in Man." *J. Appl. Physiol.,* 21 (1966), 1662-1664.

٥١ـ Mathews, D. *Measurement in Physical Education.* 5th edition, Philadelphia: W. B. Saunders Comp., 1978.

٥٢ـ McArdle, W., Katch, R. and Katch, V. *Exercise Physiology: Energy, Nutrition, and Performance.* Philadelphia: Lea & Febigers, 1986.

٥٣ـ McConnell, T.R. "Practical Considerations in the Testing of VO_2 max in Runners". *Sports Medicine*, 5, No. 1 (1988), 57-68.

٥٤ـ Mellerowicz, H. and Smodlaka, V. *Ergometry: Basics of Medical Exercise Testing*. Baltimore: Urban & Schwarzenbery, 1981.

٥٥ـ Michael, E., Burke, E. and Avakian, E. *Laboratory Experiences in Exercise Physiology*. Ithaca: Mouvement Publications, 1979.

٥٦ـ Morrow, J., Jackson, A., Bradly, P. and Hartung, H. "Accuracy of Measured and Predicted Residual Lung Volume on Body Density Measurement". *Med. Sci. Sports Exer.*, 18, No. 6 (1986), 647-652.

٥٧ـ Noakes, Timothy. "Implications of Exercise Testing for Prediction of Athletic Performance: a Contemporary Perspective." *Med. Sci. Sports Exer.*, 20, No. 4 (1988), 319-330.

٥٨ـ O'Shea, J. Patrick: *Scientific Principles and Methods of Strength Fitness*. 2nd ed., Addison - Wesley, 1976.

٥٩ـ Parizkova, J. "Total Body Fat and Skinfold Thickness in Children." *Metabolism* 10 (1961) 794-807.

٦٠ـ Pollock, M., Wilmore, J. and Fox, S. *Exercise in Health and Disease*. Philadelphia; W. B. Saunders Company, 1984.

٦١ـ Ricci, B. *Physiological Bases of Human Performance*. Philadelphia: Lea & Febiger, 1970.

٦٢ـ *Report of the Six Ross Conference on Medical Research*, Ross Laboratories, "Body-Composition Assessments in Youth and Adults", Ross Laboratories, Columbus, Ohio, 1985.

٦٣ـ Safrit, M. J. *Introduction to Measurement in Physical Education and Exercise Science*. St. Louis: Times Mirror/Mosby College Publishing, 1986.

٦٤- Saltin, B. and Astrand, P.O. "Maximal Oxygen uptake in athletes." *J. Appl. Physiol.*, 23 (1967) 353-358.

٦٥- Saltin, B., Blomqvist, G., Mitchell, J., Johnson, R., Wildenthal, K. and Chapman, C. "Response to Exercise after Bed Rest and After Training. *Circulation*, 38 (suppl.) (1968), 1-78.

٦٦- Sargent, D. A. "The Physical Test of a Man." *American Physical Education Review*, 26 (1921), 188-194, (as Quoted in Vandewalle *et al.* (1987).

٦٧- Sawka, N. S., Tahamont, M., Fitzgerald d. Miles, P. and Knowlton R., "Alactic Capacity and Power: Reliability and Interpretation." *European J. Applied Physiology*, 45 (1980), 109-116.

٦٨- Shephard, Roy J. "Tests of Maximum Oxygen Intake: A Critical Review." *Sports Medicine*, 1 (1984), 99-124.

٦٩- Sinning, W. E. *Experiments and Demonstrations in Exercise Physiology*. Philadelphia: W. B. Saunders Comp., 1975.

٧٠- Siri, W. E. "Body Composition from Fluid Spaces and Density: Analysis of Methods." In: J. Brozek and A. Henschel (eds.): *Techniques for Measuring Body Composition*. Washington: National Academy of Sciences, (1961) 223-244.

٧١- Sloan, A. W. "Estimation of body fat in young Men." *J. Appl. Physiol.*, 23 (1967), 311-315.

٧٢- Sloan, A. W., Burt J., & Blyth C. "Estimation of Body Fat in Young Women." *J. Appl. Physiol.*, 17 (1962), 967-970.

٧٣- Smodlaka, V. "Treadmills vs Bicycle Ergometers." *The Phys. & Sports Med.*, 10, No. 8 (1982), 75-79.

٧٤- Thrash, K. and Kelly, B. "Flexibility and Strength Training." *J. Appl. Sport Science Research*, 1, No. 4 (1987), 74 - 75.

٧٥- Vandewalle, H., Peres, G. and Monod, H. "Standard Anaerobic Tests". *Sports Medicine*, 4, No.4 (1987), 268 - 289.

٧٦- Wilmore, J. "A Simplified Method for Determination of Residual Lung Volumes". *J. Appl. Physiol.* 27 (1969), 96-100.

٧٧- Wilmore, J. *Training for Sport and Activity - The Physiological Basis of the Conditioning Process.* 2nd Edition, Boston, Allyn and Bacon, Inc., 1982.

٧٨- Wilmore, J. "Body Composition in Sport & Exercise: Drection for Future Research". *Med. Sci. Sport Exer.*, 15, No.1 (1983), 21 - 31.

الملاحق

(١) وحدات القياس.

(٢) مقياس بورغ لشدة الجهد البدني.

(٣) أحجام الغازات.

(٤) حساب كمية الأكسجين المستهلك وكمية ثاني أكسيد الكربون المنتج.



ملحق رقم (١)

وحدات القياس

وحدات القياس الدولية (SI Units) :

الكتلة (Mass) بالكيلوجرام (كجم)

المسافة (Distance) بالمتر (م)

الزمن (Time) بالثانية (ث)

الكمية من المواد (Amount of substance) بالمول (مول)

القوة (Force) بالنيوتن (ن)

الشغل (Work) بالجول (جول)

القدرة (Power) بالشمعة (شمعة)

السرعة (Velocity) بالمتر في الثانية (م/ث)

عزم التدوير (Torque) نيوتن في المتر (نيوتن / م)

التسارع (Acceleration) بالمتر في الثانية (م/ث)

الحجم (Volume) باللتر (لتر)

القدرة (Power) :

وتساوي الشغل على الزمن وتقاس بالحصان (HP) أو بالشمعة أو بالكيلو جرام في المتر في الثانية .

حصان واحد (HP) = ٧٤٦ شمعة .

حصان واحد (HP) = ٠,٠١٣٣٣ كجم.م/ث .

شمعة واحدة = ٦,١٢ كجم.م/ق .

الكتلة (Mass) :

كجم واحد = ٢,٢٠٤٧٨ رطل

رطل واحد = ٠,٤٥٣٥٩ كجم

المسافة :

متر = ٣,٢٨٠٨ قدم .

متر = ٣٩,٣٧ بوصة .

قدم = ٠,٣٠٤٨ متر .

بوصة = ٢,٥٤ سم .

الشغل والطاقة (Work & Energy) :

الشغل = الطاقة = توظيف القوة خلال مسافة محددة .

كيلو كالوري واحد = مقدار الطاقة اللازمة لرفع درجة حرارة كيلو جرام واحد من الماء درجة مئوية واحدة .

كيلو كالوري (Kcal) = ٤,١٨٦ كيلو جول .

كيلو جول (KJ) = ٠,٢٣٨٩ كيلو كالوري .

كيلو جول (KJ) = ١٠٠٠ جول (J) .

استهلاك لتر و احد من الأكسجين يعطي ٥,٠٥ كيلو كالوري = ٢١,٢٣٧ كيلو جول عند حرق الكربوهيدرات بالكامل أو ٤,٦٨ كيلوكالوري عند حرق الدهون بالكامل .

مكافىء أيضي (MET) = ٣,٥ مليلتر O_2/ كجم . ق

= ٠,٠٧٣٢ كيلو جول / كجم

= ٠,٠١٧٥ كيلو كالوري / كجم

درجات الحرارة :

صفر مئوي (م)° = ٣٢ فهرنهايت (F)

١٠٠ درجة مئوية = ٢١٢ فهرنهايت

٢٧٣ كالفن = صفر مئوي = ٣٢ فهرنهايت

$$\text{الدرجة المئوية} = (\text{فهرنهايت} - ٣٢) \times \frac{٥}{٩}$$

$$\text{الدرجة بالفهرنهايت} = (\frac{٩}{٥} \times \text{الدرجة المئوية}) - ٣٢$$

ملحق رقم (٢)

مقياس بورغ

مقياس بورغ (Borg) لمعرفة العبء الملقى على الجسم أثناء الجهد البدني (Borg rating of perceived exertion scale) وهو مقياس تم تطويره من قبل عالم النفس السويدي بورغ (Borg) مبتدئا من الرقم ٦ ومنتهيا بالرقم ٢٠ كما هو موضح في الجدول رقم (م - ١) . ويستخدم هذا المقياس الآن على مستوى كبير في وصفة الجهد البدني للتعبير عن شدة الجهد المبذول من قبل المفحوص في ظل غياب مقاييس موضوعية أخرى كضربات القلب مثلا .

جدول رقم (م - ١): مقياس بورغ للجهد المبذول ومايقابله من ضربات القلب في الدقيقة

مقياس بورغ للجهد المبذول			ضربات القلب / ق
	6		٦٠
Very, very light	7	خفيف جدًا جدًا	٧٠
	8		٨٠
Very, light	9	خفيف جدًا	٩٠
	10		١٠٠
Fairly light	11	خفيف إلى حد ما	١١٠
	12		١٢٠
Somewhat hard	13	صعب إلى حد ما	١٣٠
	14		١٤٠
Hard	15	صعب	١٥٠
	16		١٦٠
Very hard	17	صعب جدًا	١٧٠
	18		١٨٠
Very, very hard	19	صعب جدًا جدًا	١٩٠
	20		٢٠٠

(المصدر: Borg *et. al.* 1967)



ملحق رقم (٣)

أحجام الغازات

أحجام الغازات : (Gas Volumes)

يتوقف حجم الغاز على درجة الحرارة والضغط، حيث تشغل جزيئات الغاز حجما أكبر عندما ترتفع درجة الحرارة أو ينخفض الضغط ، ولهذا فإن الأحجام التنفسية التي يتم قياسها في مختبرات مختلفة الحرارة يجب تصحيحها إلى مرجع قياسي ثابت من درجة الحرارة والضغط (Standard temperature & pressure) حتى يمكن مقارنة تلك الأحجام بموضوعية. وفي الغالب نجد أن الأحجام تسجل بإحدى الحالات التالية :

الحجم عند درجة الحرارة والضغط الخارجيين (ATPS) :

وهي الحالة التي يكون قياس الحجم قد تم عند درجة حرارة مقياس الوظائف التنفسية (السبيروميتر) وعند الضغط الجوي الذي تم فيه القياس ، ويفترض أن هذا الحجم مشبع ببخار الماء ، ولهذا يجب تصحيح هذه الحالة إلى الحالة القياسية (Reference Standard) حتى يمكن مقارنة الأحجام التي تمت في ظروف مختلفة .

الحجم المعياري (STPD) :

وهو يمثل حجم الغاز عند درجة حرارة معيارية (صفر مئوي) وضغط معياري (٧٦٠مم/ زئبقي) وبدون بخار الماء (أي تم أخذ الضغط الناتج عن بخار الماء في الاعتبار والمعروف أن ضغط بخار الماء عند درجة حرارة الجسم ، والتي هي ٣٧ درجة مئوية ، يساوي ٤٧ مم/ زئبقي) . ويتم تصحيح جميع الأحجام عند درجة الحرارة والضغط الخارجيين(ATPS) إلى الحجم المعياري (STPD) عندما نريد معرفة حجم الغاز المستهلك (مثلا حجم الأكسجين المستهلك أو ثاني أكسيد الكربون المنتج من قبل الجسم) . والملاحظ أن هذا التصحيح يؤدي إلى انخفاض حجم الغاز (من ATPS إلى STPD) وذلك لعدة أسباب منها :

١ - إن درجة الحرارة الخارجية للغاز دائما أكبر من صفر وهي درجة حرارة الحجم المعياري
٢- إن الضغط الجوي في الغالب أقل من ٧٦٠ مم/ زئبقي .
٣- إن ضغط بخار الماء يجب أن يؤخذ في الاعتبار أيضا .

الحجم عند درجة حرارة وضغط الجسم مشبعا ببخار الماء (BTPS)

وهو يمثل حجم الغاز عند درجة حرارة الجسم (والتي هي ٣٧ درجة مئوية) والضغط الجوي الذي يتم فيه القياس مع تشبع الغاز ببخار الماء عند درجة حرارة ٣٧ درجة مئوية . ويستخدم هذا الحجم عندما نريد معرفة حجم الهواء الذي يتم تنفسه بواسطة الرئتين وليس عدد جزيئات الغاز الموجودة ، ولهذا نجد أن السعة الحيوية والأحجام التنفسية الأخرى كالحجم الزفيري المدخر مثلا أو الإمكانية الهوائية القصوى (MBC) تسجل بهذا الحجم (BTPS) ولهذا يتم تصحيح الأحجام من حجم الهواء عند درجة الحرارة والضغط الخارجيين (ATPS) إلى الحجم عند درجة حرارة وضغط الجسم مشبعا ببخار الماء (BTPS) . ولهذا فجميع الأحجام التنفسية يجب تصحيحها إلى حجم الهواء عند درجة حرارة وضغط الجسم مشبعا ببخار الماء ، والملاحظ ان حجم الغاز يرتفع عند تحويله من (ATPS) إلى (BTPS) .

ملحق رقم (٤)

حساب كمية الأكسجين المستهلك وكمية ثاني أكسيد الكربون المنتج

مقدمة

لا يخلو بحث في الطب الرياضي بصفة عامة، وفي وظائف أعضاء الجهد البدني بشكل خاص في وقتنا الحاضر، من قياس للاستهلاك الأقصى للأكسجين ، وهذا يتطلب في الواقع قياسا لمتغيرات التبادل الغازي (Gas exchange) بما في ذلك قياس كمية الأكسجين المستهلك ($\dot{V}O_2$) وكمية ثاني أكسيد الكربون المنتج ($\dot{V}CO_2$) وكذلك التهوية الرئوية ($\dot{V}E$) . ومع التقدم التقني أصبح قياس هذه المتغيرات حاليا يتم آليا وبسهولة بالغة من خلال ما يسمى بطريقة الدائرة المفتوحة (Open Circuit Method) . ولقد كان العلماء والباحثون في الماضي يعانون صعوبة بالغة في قياس متغيرات التبادل الغازي المذكورة ، فمن استخدام كيس دوجلاس (Douglas bag) لتجميع هواء الزفير، إلى جهاز شولاندر (Scholander) لقياس تركيز الغازات الموجودة في العينة. وعليه فقد يصعب على الأجيال الجديدة التي لم تتح لها الفرصة لقياس الغازات بالطرق البدائية الصعبة ان تتفهم الأساس النظري لعملية القياس ، ولهذا تم تخصيص هذا الملحق لشرح المعادلات الرياضية المستخدمة في عملية قياس الغازات* .

حساب كمية الأكسجين المستهلك ($\dot{V}O_2$) :

إن كمية الأكسجين المستهلك في الدقيقة ($\dot{V}O_2$) تساوي الفرق بين كمية الأكسجين في هواء الشهيق ($\dot{V}IO_2$) وكمية الأكسجين في هواء الزفير ($\dot{V}EO_2$) بعد أن يتم تحويل كلا الحجمين إلى حجمين معياريين (STPD) . وهذا ما توضحه المعادلة رقم (١) :

$$\dot{V}O_2\,(STPD) = \dot{V}IO_2\,(STPD) - \dot{V}EO_2\,(STPD) \quad \text{معادلة (١)}$$

* يحتوي الهواء الذي نستنشقه على النسب التالية من الغازات : ٢٠,٩٣٪ أكسجين ، ٠,٠٣٪ ثاني أكسيد الكربون ، ٧٩,٠٤٪ نتروجين ، وبهذا يكون المجموع ١٠٠٪ .

ولأن الكمية تساوي الحجم مضروبا في التركيز فإن المعادلة رقم (١) يمكن أن تصبح على النحو التالي :

$$\dot{V}O_2 = (\dot{V}I)(FIO_2) - (\dot{V}E)(FEO_2) \;{**}$$ معادلة (٢)

ولحل المعادلة السابقة يلزمنا معرفة الآتي :

١- حجم التهوية الرئوية في الدقيقة (حجم هواء الزفير) $\dot{V}E$

٢- نسبة تركيز الأكسجين في هواء الزفير FEO_2

٣- نسبة تركيز الأكسجين في هواء الشهيق FIO_2

٤- نسبة تركيز ثاني أكسيد الكربون في هواء الزفير $FECO_2$

٥- نسبة تركيز ثاني أكسيد الكربون في هواء الشهيق $FICO_2$

وبالنظر في معادلة رقم (٢) نجد أن نسبة تركيز الأكسجين في هواء الشهيق (FIO_2) وحجم التهوية الرئوية (VE) ونسبة تركيز الأوكسجين في هواء الزفير (FEO_2) أما معروفة مسبقا أو يمكن قياسها مباشرة ، ولهذا علينا أن نعرف مقدار حجم هواء الشهيق (VI) لكي نتمكن من معرفة مقدار استهلاك الأكسجين ($\dot{V}O_2$). وقد يتبادر إلى الذهن أن حجم هواء الشهيق يساوي حجم هواء الزفير لكن هذا في الواقع صحيح في حالة واحدة، وهي عندما تكون كمية الأكسجين التي استخدمها الجسم تساوي كمية ثاني أكسيد الكربون التي أنتجها ، أي عندما يكون معامل التبادل التنفسي (R) واحدا صحيحا ، غير أن هذا لا يحدث دائما . ولهذا فعندما يكون الأكسجين المستهلك أكبر من ثاني أكسيد الكربون المنتج، نجد أن حجم هواء الزفير أقل من حجم هواء الشهيق والعكس صحيح .

وبدلا من قياس حجم هواء الشهيق مباشرة (لكي نتمكن من حل المعادلة رقم ٢) هناك طريقة أسهل يمكننا من خلالها حساب حجم هواء الشهيق بدقة وذلك باستخدام ما يسمى بمعادلة هالدين (Haldane) التي تفترض أن كمية النتروجين في هواء الزفير تساوي تلك الكمية منه في هواء الشهيق ، حيث إن النتروجين غاز لا يستخدم داخل الجسم وهو فسيولوجيا غاز خامل :

معادلة هالدين : $(VI)(FIN_2) = (VE)(FEN_2)$ معادلة (٣)

أي أن حجم هواء الشهيق مضروبا بنسبة تركيز النتروجين فيه (كمية النتروجين في هواء الشهيق) تساوي حجم هواء الزفير مضروبا بنسبة تركيز النتروجين فيه (كمية النتروجين في هواء الزفير) .

---

* $\%O_2E = FEO_2$

ولأن نسبة تركيز النتروجين في هواء الشهيق (FIN_2) يمكن أن تساوي :

$$FIN_2 = 1 - (FIO_2 + FICO_2)$$ معادلة (٤)

أي تساوي واحدا صحيحا ناقصا مجموع نسبة تركيز كل من الأكسجين وثاني أكسيد الكربون كذلك نسبة تركيز النتروجين في هواء الزفير (FEN_2) يمكن أن تساوي :

$$FEN_2 = 1 - (FEO_2 + FECO_2)$$ معادلة (٥)

وباستبدال معادلتي (٤) ، (٥) في معادلة (٣) :

$$\dot{V}I\ [1 - (FIO_2 + FICO_2)] = \dot{V}E\ [1 - (FEO_2 + FECO_2)]$$ معادلة (٦)

وعليه يصبح حجم هواء الشهيق ($\dot{V}I$) يساوي

$$\dot{V}I = \frac{[\dot{V}E\ \ 1 - (FEO_2 + FECO_2)]}{1 - (FIO_2 + FICO_2)}$$ معادلة (٧)

وباستبدال $\dot{V}I$ في معادلة (٧) في معادلة (٢) ينتج :

$$\dot{V}O_2 = \dot{V}E\ [\frac{1-(FEO_2 + FECO_2)}{1-(FIO_2 + FICO_2)}]\ FIO_2 - (\dot{V}E)(FEO_2)$$ معادلة (٨)

وعندما نستنشق هواء نقيا (نسبة الأكسجين ٩٣, ٢٠٪ والنتروجين ٠٤, ٧٩٪) تتحول المعادلة (٨) إلى :

$$\dot{V}O_2 = \dot{V}E\ [\frac{1 - (FEO_2 + FECO_2}{0.7904}]\ 0.2093 - (\dot{V}E)(FEO_2)$$ معادلة (٩)



تعريف المصطلحات

أجهزة التدريب المتحرك الثابت (Isokinetic Machine)

وهي أجهزة توظف آلية معينة تجمع بين مزايا التدريب العضلي الثابت والمتحرك، حيث يتم التحكم بسرعة حركة المفصل من قبل الجهاز على سرعات متفاوتة مما يضمن توترا عاليا عند جميع زوايا عزم التدوير، وتتلخص فكرة الجهاز في توليد مقاومة تتناسب مع القوة التي يظهرها الفرد تبعا لزاوية عزم التدوير.

اختبار أستراند (Astrand's Test)

وهو اختبار لتقدير الاستهلاك الأقصى للأكسجين بطريقة غير مباشرة من خلال معرفة استجابة ضربات القلب لعبء جهدي محدد، وينسب هذا الاختبار إلى العالمين الإسكندنافيين أستراند وريمنق اللذين طوراه.

اختبار الجهد البدني التدرجي (Graded Exercise Testing)

وهو اختبار للجهد البدني يكون متدرجا ويستخدم لقياس كفاءة الفرد البدنية أو الاستهلاك الأقصى للأكسجين لديه، وغالبا ما يستخدم فيه السير المتحرك أو دراجة الجهد.

اختبار الخطوة (Step Test)

وهو اختبار يتم فيه الصعود والهبوط من وعلى صندوق خشبي ذي ارتفاع محدد بإيقاع ثابت، ويستخدم غالبا لقياس العبء الجهدي والكفاءة البدنية.

اختبار الخطوة لهارفارد (Harvard Step Test)

وهو اختبار لقياس الكفاءة البدنية للفرد وبالتالي معرفة قدرة الجهاز الدوري التنفسي، وينسب الاختبار إلى جامعة هارفارد الأمريكية حيث تم تطويره في عام ١٩٤٣م. ويتلخص الاختبار في الصعود والهبوط من على صندوق خشبي ذي ارتفاع معين لمدة ٥ دقائق، ومن ثم تحسب الكفاءة البدنية بناء على معادلة تأخذ في الاعتبار سرعة استرداد ضربات القلب.

اختبار كوبر (Cooper's Test)

ينسب إلى الطبيب الأمريكي كينيث كوبر الذي طور هذا الاختبار على مجموعة كبيرة من الجنود الأمريكيين، وهو اختبار لتقدير الاستهلاك الأقصى للأكسجين عن طريق حساب المسافة التي يستطيع الفرد قطعها جريا خلال ١٢ دقيقة.

الاستهلاك الأقصى للأكسجين

(Maximal Oxygen Uptake)

ويرمز له بالرمز ($\dot{V}O_2max$)، وهو أقصى قدرة للجسم على أخذ الأكسجين ونقله، ومن ثم استخلاصه

من قبل الخلايا العاملة وهو أحسن مؤشر فسيولوجي للإمكانية الوظيفية لدى الفرد ودليل جيد على لياقته البدنية. وهو يساوي إجرائيا حاصل ضرب أقصى نتاج للقلب في أقصى فرق شرياني وريدي للإكسجين. ويتم تسجيله إما باللتر في الدقيقة (الاستهلاك المطلق) أو بالمليلتر لكل كيلو جرام من وزن الجسم في الدقيقة (الاستهلاك النسبي).

الآكتين (Actin)

وهو خيط بروتيني دقيق مكون في الواقع من خيطين رفيعين ملتفين حول بعضهما البعض (كالحبل)، ويكون مع خيط الميوسين وحدة النسيج العضلي، وتوجد على خيط الآكتين مراكز التقاء تنجذب إليها رؤوس خيوط الميوسين في حالة حدوث الانقباض العضلي.

الألياف العضلية البطيئة الخلجة

(Slow Twitch Muscle Fibers)

وهي أحد نوعي الألياف العضلية الهيكلية، وتتميز بانقباض بطيء وقوة منخفضة، وهي ذات حجم أصغر من النوع الآخر، ولها القدرة على مقاومة التعب وتمتلك إمكانية هوائية عالية، أي لها قدرة عالية على استخدام الأكسجين كمصدر للطاقة، ولهذا فهي تصلح لرياضات التحمل.

الألياف العضلية السريعة الخلجة

(Fast Twitch Muscle Fibers)

وهي أحد نوعي الألياف العضلية الهيكلية، وتتميز بانقباض قوي وسريع، وهي ذات حجم أكبر من النوع الآخر وتعتبر قابلة للتعب مقارنة بالنوع الآخر وهي ذات إمكانية هوائية منخفضة، لكن إمكانيتها اللاهوائية عالية، ولهذا فهي تصلح لرياضات القوة والسرعة.

إمكانية الجهد البدني عند ضربات القلب ١٧٠ (PWC 170)

وهو اختبار لمعرفة مقدار العبء الجهدي الذي يؤدي إلى رفع ضربات القلب إلى ١٧٠ ضربة في الدقيقة. وكلما كان الفرد ذا لياقة عالية استلزم عبئا جهديا أكبر للوصول بضربات قلبه إلى ١٧٠ ضربة في الدقيقة.

الإمكانية التنفسية القصوى (Maximal Breathing Capacity)

وهي كمية الهواء باللتر التي يمكن استنشاقها وإخراجها من الرئتين بأقصى سرعة في دقيقة واحدة. وتصل في المتوسط إلى حوالي ١٤٠ لترا في الدقيقة، وقد ترتفع إلى أكثر من ذلك بكثير لدى بعض الرياضيين ذوي الكفاءة العالية، وتتم معرفة هذه الإمكانية بعمل مناورة التنفس بأقصى شهيق وزفير ممكن لمدة ١٢ ثانية ثم تعدل بضربها في الرقم ٥ لنحصل على المعدل في الدقيقة.

الانقباض العضلي الثابت (Isometric Contraction)

وهو نوع من الانقباض العضلي ويحدث فيه توتر للعضلة (tension) ولكن بدون تقلص أو استطالة لها، وبالتالي لا تحدث حركة للمفصل، وتساوي القوة في هذه الحالة المقاومة، ومن أمثلة هذا النوع من الانقباض العضلي دفع الحائط أو الضغط باليدين ضد بعضهما البعض بدون حركة.

الانقباض العضلي المتحرك (Isotonic Contraction)

وهو انقباض عضلي متحرك كما يوحي الاسم بذلك، يحدث خلاله حركة وينقسم إلى انقباض عضلي متحرك موجب وانقباض عضلي متحرك سالب.

الانقباض العضلي المتحرك السالب

(Eccentric Contraction)

وهو انقباض عضلي معاكس للانقباض العضلي المتحرك الموجب، ويحدث فيه توتر للعضلة ثم استطالة وبالتالي حركة للمفصل، وفيه تكون القوة أصغر من المقاومة، ومن أمثلة هذا النوع من الانقباض ما يحدث في انقباض عضلات الفخذ الأمامية أثناء نزول الدرج.

الانقباض العضلي المتحرك الموجب (Concentric Contraction)

وهو الانقباض العضلي الشائع في معظم الحركات الرياضية، ويحدث فيه توتر للعضلة ثم تقلص وبالتالي حركة للمفصل، وفيه تكون القوة أكبر من المقاومة. ومن أمثلة هذا النوع من الانقباض رفع الأثقال.

بطء ضربات القلب (Bradycardia)

وهي الحالة التي تكون فيها ضربات القلب في الراحة لدى الإنسان أقل من ٦٠ ضربة في الدقيقة، وهي حالة شائعة لدى الرياضيين تكون في الغالب لديهم نتيجة تكيف فسيولوجي (طبيعي) من جراء التدريب البدني المنتظم.

تخطيط القلب الكهربائي (Electrocardiography)

وهي عملية رسم أو تخطيط للموجات الكهربائية الصادرة عن عضلة القلب بواسطة مجسات توضع على مناطق معينة من الصدر وموصلة بجهاز يعطي تخطيطا ذا دلالة معينة يمكن من خلاله معرفة الكثير من المعلومات عن حالة القلب.

التركيب الجسمي (Body Composition)

وهو دراسة المقومات الأساسية التي يتكون منها جسم الإنسان [عظام، عضلات، شحوم] وتأثير المتغيرات البيئية على هذا التركيب (الجهد البدني، التغذية، الخ . . .).

التسهيل التقبلي الذاتي للجهاز العصبي العضلي (PNF)

وهو نوع من تمرينات الاستطالة يتم فيه أولا عمل تمرين استطالة ساكنة ثم محاولة إحداث انقباض عضلي ثابت للعضلات المراد استطالتها (عن طريق مقاومة خارجية من زميل مثلا) ثم السماح لتلك العضلات بالارتخاء وإحداث انقباض للعضلات المضادة (antagonist).

التهوية الرئوية (Pulmonary Ventilation)

وهي عملية دخول الهواء المحمل بالأكسجين إلى الحويصلات الرئوية حيث يتم هناك تبادل الغازات (دخول الأكسجين وخروج ثاني أكسيد الكربون). وتبلغ التهوية الرئوية في الراحة لدى الشاب السليم حوالي ٧ لترات في الدقيقة وترتفع في الجهد البدني الأقصى لتصل من ٩٠ إلى ١٢٠ لترا في الدقيقة، وقد تصل لدى بعض الرياضيين إلى ١٨٠ لترا في الدقيقة.

حجم التنفس (أو عمق التنفس) (Tidal Volume)

وهو حجم هواء الشهيق أو الزفير في دورة تنفسية واحدة ويصل في المتوسط أثناء الراحة إلى ما بين ٥٠٠ ـ ٦٠٠ مليلتر، وهو أيضا حجم الهواء الذي يدخل الرئتين أثناء الشهيق ويغادرهما أثناء الزفير.

الحجم الزفيري القسري عند نهاية الثانية الأولى (FEV1)

وهو حجم الهواء الذي يمكن إخراجه من الرئتين في نهاية الثانية الأولى بعد أن يأخذ المفحوص أعمق شهيق ممكن، وهو مؤشر جيد على قوة عضلات التنفس وسلامة الجهاز الرئوي من الأمراض التنفسية.

الحجم الزفيري القسري عند نهاية الثانية الثالثة (FEV3)

وهو حجم الهواء الذي يمكن إخراجه من الرئتين في نهاية الثانية الثالثة بعد أن يأخذ المفحوص أعمق شهيق ممكن، وهو أيضا مؤشر جيد وأكثر دلالة من الحجم الزفيري القسري عند الثانية الأولى للكشف عن بعض الأمراض التنفسية.

الحجم الزفيري المدخر (Expiratory Reserved Volume)

وهو أقصى كمية من الهواء يمكن إخراجها من الرئة بعد نهاية دورة تنفسية (أي بعد الحد الزفيري لحجم التنفس)، ويصل هذا الحجم في المتوسط إلى ١٢٠٠ مليلتر.

الحجم الشهيقي المدخر (Inspiratory Reserved Volume)

وهو أقصى كمية من الهواء يمكن استنشاقها بعد نهاية دورة تنفسية (أي بعد الحد الشهيقي لحجم التنفس)، ويصل هذا الحجم في المتوسط إلى ٣٠٠٠ مليلتر.

الحجم عند درجة حرارة وضغط الجسم مشبعا ببخار الماء (BTPS)

وهو يمثل حجم الغاز عند درجة حرارة الجسم (٣٧°م) والضغط الجوي الذي يتم فيه القياس مع تشبع الغاز ببخار الماء عند درجة حرارة الجسم، ويستخدم لمعرفة حجم الهواء الذي يتم تنفسه بواسطة الرئتين وليس عدد جزيئات الغاز.

الحجم عند درجة الحرارة والضغط الخارجيين (ATPS)

وهي الحالة التي يكون قياس الحجم قد تم عند درجة حرارة مقياس الوظائف التنفسية (السبيروميتر) وعند الضغط الجوي الذي تم فيه القياس، ويفترض أن هذا الحجم مشبع ببخار الماء، ولهذا يتم تصحيح هذه الحالة إلى الحالة القياسية حتى يمكن مقارنة الأحجام التي تمت في ظروف مختلفة.

الحجم المتبقي (Residual Volume)

وهو حجم الهواء المتبقي داخل الرئتين بعد أقصى زفير ممكن ويصل في المتوسط إلى ما بين ١١٠٠ ــ ١٣٠٠ مليلتر، وهو حجم من الهواء يبقى دائما في الرئتين ولا يمكن إخراجه من الرئتين حتى عند أقصى زفير ممكن، ومع ذلك يمكن قياس هذا الحجم أو تقديره.

الحجم المعياري (STPD)

وهو حجم الغاز عند درجة حرارة معيارية (صفر مئوي) وضغط معياري (٧٦٠مم/ زئبقي) وبدون بخار الماء، ويتم عادة تصحيح جميع الأحجام عند درجة الحرارة والضغط الخارجيين (ATPS) إلى الحجم المعياري.

دراجة الجهد (Bicycle Ergometer)

وهي دراجة ثابتة منها ما هو ميكانيكي (بعجل دوار) ومنها ما هو ألكتروني، ويتم التحكم بالمقاومة وبالتالي بمقدار الشغل المنجز بصورة دقيقة، وهي تستخدم لقياس العبء الجهدي وللتدريب البدني.

زمن رد الفعل والحركة (Reaction-Movement Time)

وهو الفترة من بداية التنبيه إلى نهاية حركة معينة، وهو أيضا الزمن الذي يستغرقه المفحوص للتحرك بدنيا نحو هدف محدد.

السعة الحيوية (Vital Capacity)

وهي أقصى كمية من الهواء يمكن إخراجها من الرئتين بعد أن يأخذ الفرد أعمق شهيق ممكن، وتصل في المتوسط إلى ما بين ٤٨٠٠ ــ ٥٠٠٠ مليلتر، وهي تتأثر بحجم القفص الصدري، ولهذا نجد أن الأفراد ذوي الأجسام الضخمة يمتلكون في الغالب سعة حيوية كبيرة قد تصل إلى أو تتجاوز ٧ لترات.

السعة الرئوية الكلية (Total Lung Capacity)

وهي أقصى سعة ممكنة لاستيعاب كمية من الهواء داخل الرئتين وتساوي مجموع السعة الحيوية والحجم المتبقي (وهو حجم الهواء الذي لا يمكن إخراجه من الرئتين).

السعة الشهيقية (Inspiratory Capacity)

وهي أقصى كمية من الهواء يمكن إدخالها إلى الرئتين بعد الحد الزفيري لحجم التنفس، أي أنها تساوي في الواقع مجموع حجمين هما حجم التنفس والحجم الشهيقي المدخر.

السير المتحرك (Treadmill)

وهو جهاز يحاكي المشي أو الجري ويتكون من سير من الجلد أو المطاط يدور حول اسطوانتين بواسطة محرك، ويتم التحكم في سرعته وكذلك درجة ميله.

الشحوم الأساسية (Essential Fats)

وهي الشحوم التي تعتبر ضرورية جدا للعديد من الوظائف الفسيولوجية في الجسم، وتوجد في نخاع العظام والقلب والرئتين والكبد والطحال والكليتين والأمعاء وفي الجهاز العصبي المركزي بالإضافة إلى الحوض والثديين عند المرأة، وتصل نسبة الشحوم الأساسية لدى الرجل إلى ٣٪ من وزن الجسم، ولدى المرأة إلى ١٢٪.

الشحوم المخزنة (Stored Fats)

وهي شحوم متراكمة ومخزنة في الأنسجة الشحمية (Adipose tissues) المحيطة ببعض أجهزة الجسم والموجودة بحجم كبير تحت الجلد.

صندوق المرونة (Flexibility Box)

وهو صندوق (خشبي في الغالب) ذو مواصفات معينة بغرض قياس مرونة عضلات الفخذين الخلفية وأسفل الظهر، وذلك بقياس قدرة الفرد على ثني الجذع إلى الأمام إلى أقصى مسافة ممكنة.

ضغط الدم (Blood Pressure)

وهو الضغط الذي يحدثه جريان الدم (المدفوع من القلب) على جدران الأوعية الدموية وكذلك مقاومة الأوعية الدموية لجريان الدم، وعادة ما يكتب على شكل رقمين أحدهما بسط والآخر مقام، ويسمى الرقم الأعلى بالضغط الشرياني الانقباضي (أي أثناء انقباض القلب)، والآخر بالضغط الشرياني الانبساطي (أي أثناء انبساط القلب)، ويبلغ الضغط الاعتيادي لدى الشاب السليم ١٢٠/ ٨٠ مليمترا زئبقيا.

طريقة الوزن تحت الماء (Underwater Weighing)

وهي طريقة لتقدير نسبة الشحوم في الجسم عن طريق تحديد كثافة الجسم من خلال الوزن تحت الماء، وهي تعتبر المحك لكثير من الطرق الأخرى.

العبء الجهدي (Work Load)

وهو العبء الملقى على الجسم من جراء جهد بدني محدد ويتم تسجيله بالشمعة أو كجم. م/ ق.

العصب الحركي (Motor Neuron)

وهو من جملة أعصاب حركية تنشأ من الجزء الداخلي للحبل الشوكي وتتصل بمجموعات من الألياف العضلية وتتحكم في حركتها، ومن أشهر الأعصاب الحركية العصب الحركي ألفا، وكذلك العصب الحركي جاما.

العقدة الجيبية (Sinus Node)

وهي نسيج متخصص موجود في أعلى الأذين الأيمن، ولها قدرة على توليد موجات كهربائية تنتشر منها إلى بقية أجزاء القلب، ولهذا تسمى ضابط إيقاع القلب.

فرط ضربات القلب (Tachycardia)

وهي الحالة التي تكون فيها ضربات القلب في الراحة لدى إنسان تزيد عن ١٠٠ ضربة في الدقيقة، وتسمى أيضا خفقان القلب.

القدرة اللاهوائية (Anaerobic Power)

قدرة الفرد على أداء شغل معين في زمن معين، وهي تساوي حاصل ضرب القوة في المسافة مقسومة على

الـزمن، وتعتمد على قـدرة الفـرد على تـوفير الطاقـة من مصادر لاهوائية.

القدرة الهوائية القصوى (Maximal Aerobic Power)

وهي أقصى قدرة للفـرد على استهلاك الأكسجين، وتعني الاستهلاك الأقصى للأكسجين (VO_2max)، وهي دليل على اللياقة القلبية التنفسية.

قياس سمك طية الجلد (Skinfold Thickness)

وهي إحدى الطـرق غير المبـاشرة لتحديـد نسبـة الشحـوم في الجسم وذلك بقيـاس سمك طية الجلـد عنـد مناطق محددة من الجسم ومن ثم تحديـد نسبة الشحوم من خلال معادلات تربط سمك طيـة الجلد بنسبة الشحوم في الجسم.

قياس الوظائف التنفسية (Spirometry)

وهي عمليـة قيـاس الأحجـام الرئويـة وسعـاتها (حجم التنفس والسعـة الحيـوية، الخ)، وتتـم بواسطـة مقياس الوظائف التنفسية (Spirometer)، ويتم من خلالها الحصـول على معلـومـات حـول قـوة عضـلات التنفس والخصائص الميكانيكية للرئتين والقفص الصدري ومدى كفاءة عملية التبادل الغازي في الرئتين.

مجهاد اليدين (Arm Ergometer)

وهي دراجة معدلة تستخدم لعضلات اليدين بدل القدمين، وتعمل بنفس فكرة دراجة الجهد الاعتيادية.

المرونة الحركية (Dynamic Flexibility)

وهي تعني مرونة الحركة أو مقدار سهـولة الحركة ويسرهـا حـول المفصل، وليست هي المدى الحركي، أي أنها بعبارة أخرى تعني مقدار المقاومة الناتجة عن الحركة.

المرونة الساكنة (Static Flexibility)

تعرف بأنها المدى الحركي عنـد مفصل (كمفصل الورك مثلا)، أو مجموعـة من المفاصل (كمفاصل العمود الفقري).

مسـاحة سطح الجسم (Body Surface Area)

هي تلك المسـاحة التي يشغلهـا الجلـد (وتسجل بالمتر المربع) ويتم تحديدها باستخدام معادلة دوبويس التي تأخذ في الاعتبار عاملي الوزن والطول.

معدل نبض القلب (Pulse Rate)

وهو عبارة عن معدل نبض القلب الناتج عن دفع الدم بـواسطة القلب عبر الشرايين ممـا ينتج عنه مـوجات يمكن من معـرفة معـدلها الاستدلال على معـدل ضربات القلب.

مقاييس جسم الإنسان (Anthropometry)

وهو دراسة مقـاييس جسم الإنسان وأجـزائه من طول وعـرض ومحيط، مثل أطوال العظام وعـروضها أو محيطات العضلات وما إلى ذلك.

مقياس الإحساس بالجهد (Perceived Exertion Scale)

انظر مقياس بورغ.

مقياس بورغ (Borg's Scale)

وهو مقياس للعالم السويدي بـورغ لقياس مقدار الإحساس بـالجهد البـدني الذي يقوم بـه الفرد عنـد نقطة معينة من الأداء، ويتكون المقياس من نقطة تبدأ من الرقم ٦ (خفيف جدا جدا) وتنتهي عند الرقم ٢٠ (صعب جدا جدا).

مقياس زاوية المفصل (Goniometer)

وهو جهـاز يشبه المنقلـة الخاصة بقيـاس الزوايـا ولكن بـذراعين متحـركتين، ويستخـدم لقيـاس المرونـة وذلك بـوضـع المقيـاس على محور دوران المفصل وذراع

المقياس على طول محور العظم الأطول ومن ثم قياس الدرجة.

مقياس سمك طية الجلد (Skinfold Caliper)

وهو مقياس معاير ذو قوة ضغط محددة لفكي الجهاز، ويستخدم في تحديد سمك طية الجلد بالمليمتر.

مقياس المرونة (Flexometer)

وهو مقياس للمرونة، ومن أشهر أنواعه مقياس لايتون (Leighton) الذي يتكون من إبرة جاذبية (كإبرة البوصلة) ولكنها تشير دائما إلى اتجاه الجاذبية الذي يمثل وضع البداية، ويتم وضع المقياس على المفصل وتقرأ درجة المرونة.

المكافىء الأيضي (Metabolic Equivalent)

يمثل المكافىء الأيضي أو (MET) نسبة استهلاك الأكسجين (بــالمليلتر لكل كجم من وزن الجسم في الدقيقة) أثناء الجهد البدني إلى استهلاك الأكسجين في الراحة (والذي هو ٣,٥ مليلتر/ كجم . ق)، ويستخدم المكافىء الأيضي للدلالة على مقدار شدة الجهد البدني مقارنة بالراحة، فالرقم ٢ ـ ٣ مكافىء أيضي يعني أن الجهد خفيف بينما الرقم ١٠ أو أكثر يعني أن الجهد مرتفع جدا.

ميقاع (Metronome)

وهو جهاز لضبط الإيقاع أثناء العمل على صندوق الخطوة أو دراجة الجهد الميكانيكية، وهو يعطي صوتا منتظما ويمكن التحكم في سرعة إيقاعه، وقد يكون من النوع الميكانيكي الذي يحتوي على بندول يتحرك يمينا ويسارا أو نوع كهربائي يعطي صوتا وضوءا.

الميوسين (Myosin)

وهو خيط بروتين غليظ يكوِّن من خيط الأكتين أساس وحدة النسيج العضلي، ويتكون من جسم ورأس، ويشبه في تركيبه عصا الجولف.

نتاج القلب (Cardiac Output)

وهو كمية الدم التي يضخها القلب في الدقيقة، وهو نتاج حاصل ضرب حجم الدفعة (الضخة) في عدد ضربات القلب في الدقيقة، ويبلغ لدى الشاب السليم في الراحة حوالي ٥ لترات في الدقيقة، ويرتفع إلى حوالي ٢٠ لترا في الدقيقة أثناء الجهد البدني الأقصى، ويصل إلى حوالي ٣٠ لترا في الدقيقة لدى بعض الرياضيين.

الوحدة الحركية (Motor Unit)

وهو تعبير يطلق على العصب الحركي والألياف العضلية المتصلة به والتي قد تتراوح من بضع ألياف عضلية إلى مئات الألياف العضلية.

وظائف أعضاء الجهد البدني (Exercise Physiology)

هو العلم الذي يتناول دراسة استجابة وظائف أعضاء الجسم وتكيفها لكل من الجهد والتدريب البدني، كما يتناول أيضا دراسة تأثيرات ممارسة النشاط البدني في الصحة والمرض.

ثبت المصطلحات

- عربي - إنجليزي
- إنجليزي - عربي

(عربي - إنجليزي)

احتكاك Friction
اختبار الخطوة Step test
اختبار الخطوة لهارفارد Harvard step test
أدينوسين ثلاثي الفوسفات Adenosine triphosphate (ATP)
استرداد Recovery
استرداد ضربات القلب Heart rate recovery
الاستطالة الحركية Dynamic stretching
الاستطالة الساكنة Static stretching
الاستهلاك الأقصى للأكسجين
Maximal oxygen uptake ($\dot{V}O_2$ max)
ألياف بركيني Purkinje's fibers
الألياف العضلية البطيئة الخلجة
Slow twitch muscle fibers
الألياف العضلية السريعة الخلجة
Fast twitch muscle fibers
الإمكانية التنفسية القصوى Maximal breathing capacity
الإمكانية اللاهوائية Anaerobic capacity
أنسجة شحمية Adipose tissues
انقباض عضلي ثابت Isometric contraction
انقباض عضلي متحرك Dynamic contraction
الانقباض العضلي المتحرك السالب
Eccentric contraction
الانقباض العضلي المتحرك الموجب
Concentric contraction
بطء ضربات القلب Bradycardia
بطني Abdominal
التبادل الغازي Gas exchange
تحت لوح الكتف Subscapular
التخطيط الكهربائي للقلب Electrocardiogram
التدريب المتحرك الثابت Isokinetic training
التركيب الجسمي Body composition
تسارع .... Acceleration
التسهيل التقبلي الذاتي للجهاز العصبي العضلي
Proprioceptive neuromuscular facilitation (PNF)
التكرار الأقصى Repetition maximum (RM)
تهوية Ventilation
تهوية رئوية Pulmonary ventilation
توتر وعائي Vascular tone

المصطلح	Term
ثنية أفقية	Vertical fold
ثنية مائلة	Diagonal fold
جذع هس	Bundle of His
جهاز قياس قوة عضلات الفخذين	Leg dynamometer
جهاز قياس قوة القبضة	Grip dynamometer
جهاز قياس الوظائف التنفسية	Spirometer
جهاز قياس الوظائف التنفسية الجاف	Dry spirometer
جهاز قياس الوظائف التنفسية المائي	Wet spirometer
جهد بدني أقصى	maximal exercise
جهد بدني دون الأقصى	Submaximal exercise
حجم	Volume
حجم التنفس (عمق التنفس)	Tidal volume
حجم الجسم	Body volume
حجم الدفعة (حجم الضخة)	Stroke volume
الحجم الزفيري القسري عند الثانية الأولى	Forced expiratory volume (one second)
الحجم الزفيري القسري عند الثانية الثالثة	Forced expiratory volume (three second)
الحجم الزفيري المدخر	Expiratory reserved volume
الحجم الشهيقي المدخر	Inspiratory reserved volume
الحجم عند درجة حرارة الجسم وضغطه مشبعًا ببخار الماء	Body temperature, pressure saturated (BTPS)
الحجم عند درجة الحرارة والضغط الخارجيين	Ambient temperature, pressure saturated (ATPS)
حجم الغاز	Gas volume
الحجم المتبقي	Residual volume
الحجم المعياري	Standard temperature, pressure, dry (STPD)

المصطلح	Term
الحركة المركبة	Complex motion
حمض اللبنيك	Lactic acid
درجة الجهد	Cycle ergometer
درجة الحرارة	Temperature
الزخم	Momentum
زمن	Time
زمن رد الفعل والحركة	Reaction-movement time
زوال الاستقطاب	Depolarization
سرعة	Velocity
السعة الحيوية	Vital capacity
السعة الرئوية الكلية	Total lung capacity
السعة الشهيقية	Inspiratory capacity
سمك طية الجلد	Skinfold thickness
السير المتحرك	Treadmill
شحوم	Fats
شحوم أساسية	Essential fats
شحوم تحت الجلد	Subcutaneous fats
شحوم مخزنة	Storage fats
الشريان الكعبري	Radial artery
شريط شد	Tension cable
شغل	Work
صدر	Chest
ضابط إيقاع القلب	Heart pacemaker
ضربات القلب	Heart rate
ضغط	Pressure
ضغط التشبع	Perfusion pressure
ضغط الدم	blood pressure
ضغط الدم الانبساطي	Diastolic blood pressure
ضغط الدم الانقباضي	Systolic blood pressure
طاقة	Energy
طريقة الدائرة المغلقة	Closed circuit method

المصطلح	Term
طريقة الدائرة المفتوحة	Open circuit method
طريقة الوزن تحت الماء	Underwater weighing method
العبء الجهدي	Work load
عرض الحوض	Bi-iliac diameter
عرض رسغ اليد	Wrist diameter
عرض الركبة	Knee diameter
عرض الصدر	Chest diameter
عرض كاحل القدم	Ankle diameter
عرض الكتفين	Biacromial diameter
عرض المرفق	Elbow diameter
عرض الوركين	Bi-trochanteric diameter
عزم التدوير	Torque
العضلات الشادة (المحركة)	Agonist muscles
العضلات المضادّة	Antagonistic muscles
العضلات الهيكلية	Skeletal muscles
العضلة ذات الرؤوس الثلاثة	Triceps
العقدة الأذينية البطينية	A V node
عمل عضلي سالب	Eccentric work
عودة الاستقطاب	Repolarization
غير مرتبط بحمض اللبنيك	Alactate
فخذ	Thigh
فرط ضربات القلب (سرعة ضربات القلب)	Tachycardia
فرط العبء (زيادة العبء)	Over load
فوسفات الكرياتين	Phosphocreatine (PC)
فوق العظم الحرقفي	Suprailiac
قدرة	Power
القدرة اللاهوائية	Anaerobic power
القدرة الهوائية القصوى	Maximal aerobic power
قصور ذاتي	Inertia
القفز العمودي	Vertical jump
قوة	Force, Strength
قوة عضلية	Muscular strength
قياس سمك طية الجلد	Skinfold measurement
كتلة	Mass
كثافة	Density
كثافة الجسم	Body density
كمية الأكسجين المستهلكة	Oxygen consumption ($\dot{V}O_2$)
كمية ثاني أكسيد الكربون المنتج	Carbon dioxide production ($\dot{V}CO_2$)
كيس دوقلاس	Douglas bag
لدونة	Plasticity
متوسط الضغط الشرياني	Mean pressure
مجسات	Electrodes
مجهاد اليدين	Arm ergometer
محيط البطن	Abdominal circumference
محيط رسغ اليد	Wrist circumference
محيط الساعد	Forearm circumference
محيط الساق	Calf circumference
محيط الصدر	Chest circumference
محيط العضد	Arm circumference
محيط الفخذ	Thigh circumference
محيط كاحل القدم	Ankle circumference
محيط الكتفين	Shoulder circumference
محيط الوركين (عند مستوى الإليتين)	Gluteal circumference
مرونة	Flexibility
مرونة حركية	Dynamic flexibility
مرونة ساكنة	Static flexibility
مساحة سطح الجسم	Body surface area

مسافة Distance
مطاطية Elasticity
معادلة خطية Linear equation
معامل التبادل التنفسي Respiratory quotient
معدل النبض Pulse rate
مقياس الإحسـاس بالجهد (قياس العبء الملقى على الجسم) Perceived exertion scale
مقياس زاوية المفصل Goniometer
مقياس سمك طيّة الجلد Skinfold caliper
مقياس الشدّ Tensiometer
مقياس عرض الجسم وطوله (أو أجزاء من الجسم) Anthropometer
مقياس المرونة Flexometer
المكافىء الإيضي Metabolic equivalent (MET)
الممرات بين العقدية Internodal pathways
منبه (مثير) Stimulus
ميقاع Metronome
نتاج القلب Cardiac output
الوحدة الحركية Motor unit
الوزن تحت الماء Hydrostatic weighing
وظائف أعضاء الجهد البدني Exercise physiology

(إنجليزي - عربي)

Abdominal بطني

Abdominal circumference محيط البطن

Acceleration تسارع

Adenosine triphosphate (ATP) أدينوسين ثلاثي الفوسفات

Adipose tissues أنسجة شحمية

Agonist muscles العضلات الشادة (المحركة)

Alactate غير مرتبط بحمض اللبنيك

Ambient temperature, pressure saturated (ATPS)
الحجم عند درجة الحرارة والضغط الخارجيين

Anaerobic capacity الإمكانية اللاهوائية

Anaerobic power القدرة اللاهوائية

Ankle circumference محيط كاحل القدم

Ankle diameter عرض كاحل القدم

Antagonistic muscles العضلات المضادّة

Anthropometer
مقياس عرض الجسم وطوله (أو أجزاء من الجسم)

Arm circumference محيط العضد

Arm ergometer مجهاد اليدين

A V node العقدة الأذينية البطينية

Biacromial diameter عرض الكتفين

Bi-iliac diameter عرض الحوض

Bi-trochanteric diameter عرض الوركين

Blood pressure ضغط الدم

Body composition التركيب الجسمي

Body density كثافة الجسم

Body surface area مساحة سطح الجسم

Body temperature, pressure saturated (BTPS)
الحجم عند درجة حرارة الجسم وضغطه مشبعًا ببخار الماء

Body volume حجم الجسم

Bradycardia بطء ضربات القلب

Bundle of His جذع هس

Calf circumference محيط الساق

Carbon dioxide production ($\dot{V}CO_2$)
كمية ثاني أكسيد الكربون المنتج

Cardiac output نتاج القلب

Chest صدر

Chest circumference محيط الصدر

شحوم Fats
مرونة Flexibility
مقياس المرونة Flexometer
قوة Force
Forced expiratory volume (one second)
الحجم الزفيري القسري عند الثانية الأولى
Forced expiratory volume (three second)
الحجم الزفيري القسري عند الثانية الثالثة
محيط الساعد Forearm circumference
احتكاك Friction
التبادل الغازي Gas exchange
حجم الغاز Gas volume
Gluteal circumference
محيط الوركين (عند مستوى الإليتين)
مقياس زاوية المفصل Goniometer
جهاز قياس قوة القبضة Grip dynamometer
اختبار الخطوة لهارفارد Harvard step test
ضابط إيقاع القلب Heart pacemaker
ضربات القلب Heart rate
استرداد ضربات القلب Heart rate recovery
الوزن تحت الماء Hydrostatic weighing
قصور ذاتي Inertia
السعة الشهيقية Inspiratory capacity
الحجم الشهيقي المدخر Inspiratory reserved volume
الممرات بين العقدية Internodal pathways
التدريب المتحرك الثابت Isokinetic training
الانقباض العضلي الثابت Isometric contraction
عرض الركبة Knee diameter
حمض اللبنيك Lactic acid
جهاز قياس قوة عضلات الفخذين .. Leg dynamometer

عرض الصدر Chest diameter
طريقة الدائرة المغلقة Closed circuit method
الحركة المركبة Complex motion
Concentric contraction
الانقباض العضلي المتحرك الموجب
دراجة الجهد Cycle ergometer
كثافة Density
زوال الاستقطاب Depolarization
ثنية مائلة Diagonal fold
ضغط الدم الانبساطي Diastolic blood pressure
مسافة Distance
كيس دوقلاس Douglas bag
Dry spirometer
جهاز قياس الوظائف التنفسية الجاف
انقباض عضلي متحرك Dynamic contraction
مرونة حركية Dynamic flexibility
الاستطالة الحركية Dynamic stretching
Eccentric contraction
الانقباض العضلي المتحرك السالب
عمل عضلي سالب Eccentric work
مطاطية Elasticity
عرض المرفق Elbow diameter
التخطيط الكهربائي للقلب Electrocardiogram
مجسات Electrodes
طاقة Energy
شحوم أساسية Essential fats
وظائف أعضاء الجهد البدني Exercise physiology
الحجم الزفيري المدخر Expiratory reserved volume
Fast twitch muscle fibers
الألياف العضلية السريعة الخلجة

English	العربية
Radial artery	الشريان الكعبري
Reaction-movement time	زمن رد الفعل والحركة
Recovery	استرداد
Repetition maximum (RM)	التكرار الأقصى
Repolarization	عودة الاستقطاب
Residual volume	الحجم المتبقي
Respiratory quotient	معامل التبادل التنفسي
Shoulder circumference	محيط الكتفين
Skeletal muscles	العضلات الهيكلية
Skinfold caliper	مقياس سمك طية الجلد
Skinfold measurement	قياس سمك طية الجلد
Skinfold thickness	سمك طية الجلد
Slow twitch muscle fibers	الألياف العضلية البطيئة الخلجة
Spirometer	جهاز قياس الوظائف التنفسية
Standard temperature, pressure, dry (STPD)	الحجم المعياري
Static flexibility	المرونة الساكنة
Static stretching	الاستطالة الساكنة
Step test	اختبار الخطوة
Stimulus	منبه (مثير)
Storage fats	شحوم مخزنة
Strength	قوة
Stroke volume	حجم الدفعة (حجم الضخة)
Subcutaneous fats	شحوم تحت الجلد
Submaximal exercise	جهد بدني دون الأقصى
Subscapular	تحت لوح الكتف
Suprailiac	فوق العظم الحرقفي
Systolic blood pressure	ضغط الدم الإنقباضي
Linear equation	معادلة خطية
Mass	كتلة
Maximal aerobic power	القدرة الهوائية القصوى
Maximal breathing capacity	الإمكانية التنفسية القصوى ...
Maximal exercise	جهد بدني أقصى
Maximal oxygen uptake ($\dot{V}O_2$ max)	الاستهلاك الأقصى للأكسجين
Mean pressure	متوسط الضغط الشرياني
Metabolic equivalent (MET)	المكافىء الأيضي
Metronome	ميقاع
Momentum	الزخم
Motor unit	الوحدة الحركية
Muscular strength	قوة عضلية
Open circuit method	طريقة الدائرة المفتوحة
Over load	فرط العبء (زيادة العبء)
Oxygen consumption ($\dot{V}O_2$)	كمية الأكسجين المستهلكة
Perceived exertion scale	مقياس الإحساس بالجهد (قياس العبء الملقى على الجسم)
Perfusion pressure	ضغط التشبع
Phosphocreatine (PC)	فوسفات الكرياتين
Plasticity	لدونة
Power	قدرة
Pressure	ضغط
Proprioceptive neuromuscular facilitation (PNF)	التسهيل التقبلي الذاتي للجهاز العصبي العضلي
Pulmonary ventilation	تهوية رئوية
Pulse rate	معدل النبض
Purkinje's fibers	ألياف بركيني

English	العربية
Tachycardia	فرط ضربات القلب (سرعة ضربات القلب)
Temperature	درجة الحرارة
Tensiometer	مقياس الشد
Tension cable	شريط شد
Thigh	فخذ
Thigh circumference	محيط الفخذ
Tidal volume	حجم التنفس (عمق التنفس)
Time	زمن
Torque	عزم التدوير
Total lung capacity	السعة الرئوية الكلية
Treadmill	السير المتحرك
Triceps	العضلة ذات الرؤوس الثلاثة
Underwater weighing method	طريقة الوزن تحت الماء
Vascular tone	توتر وعائي
Velocity	سرعة
Ventilation	تهوية
Vertical fold	ثنية أفقية
Vertical jump	القفز العمودي
Vital capacity	السعة الحيوية
Volume	حجم
Wet spirometer	جهاز قياس الوظائف التنفسية المائي
Work	شغل
Wrist diameter	عرض رسغ اليد
Wrist circumference	محيط رسغ اليد
Work load	العبء الجهدي

كشاف الموضوعات



المؤلف في سطور:
الدكتور هزاع محمد الهزاع.

- حصل على بكالوريوس علوم (تخصص أحياء ـ كيمياء) ودبلوم تربوي ١٣٩٧هـ ـ ١٩٧٧م (جامعة الملك سعود).
- حصل على ماجستير في فسيولوجيا الجهد البدني من جامعة كاليفورنيا الحكومية (فوزنو) عام ١٩٨١م.
- حصل على دكتوراه فلسفة في فسيولوجيا الجهد البدني من جامعة جنوب كاليفورنيا في لوس أنجلوس عام ١٩٨٥م.

● عمل لفترة قصيرة في بداية حياته العملية كمدرسا لمادتي الأحياء والكيمياء في إحدى المدارس الثانوية في مدينة الرياض. ثم انتقل للعمل كمعيد في كلية التربية جامعة الملك سعود ثم تم ابتعاثه للولايات المتحدة الأمريكية للتخصص في فسيولوجيا الجهد البدني، حيث عمل باحثا مساعدا (متبرعًا) في نهاية مرحلة الدكتوراه في المركز الطبي لمقاطعة لوس أنجلوس وجامعة جنوب كاليفورنيا. ثم عاد إلى جامعة الملك سعود بعد الحصول على الدكتوراه في عام ١٤٠٦هـ ـ ١٩٨٦م، حيث عمل أستاذًا مساعدًا ثم أستاذا مشاركا بقسم التربية البدنية وقام بتأسيس مختبر فسيولوجيا الجهد البدني والإشراف عليه حتى الآن.

النشاط العلمي:

- له حوالي ٣٠ بحثاً ومقالة علمية باللغة العربية والإنجليزية منشورة في مجلات علمية وفي كتب ووقائع مؤتمرات علمية في موضوعات فسيولوجيا الجهد البدني واللياقة البدنية والطب الرياضي.
- قام بإعداد كتاب «موضوعات معاصرة في الطب الرياضي وعلوم الحركة» مع مجموعة من المختصين.

ـ كان رئيس فريق البحث العلمي لمشروع بحث اللياقة البدنية للشباب السعودي الذي تم إنجازه عام ١٤٠٩هـ
ـ شارك في العديد من الندوات والمؤتمرات العلمية الدولية والمحلية ورأس بعض جلساتها.

- يتركز نشاطه البحثي حاليًا في «التكيف الفسيولوجي الناتج عن ممارسة النشاط البدني لدى الاطفال» حيث يدرس تأثير النشاط البدني على صحة الطفل ونموه ووظائف أعضاءه وخاصة جهاز القلب والرئتين كما يقوم بأبحاث تتعلق بالتقويم الفسيولوجي للعامة وللرياضيين.

ـ عضو الجمعية الأمريكية للطب الرياضي.
ـ عضو الاتحاد السعودي للطب الرياضي.
ـ نائب رئيس الاتحاد السعودي للتربية البدنية ورئيس اللجنة العلمية بالاتحاد.
ـ عضو جائزة الامير فيصل بن فهد العالمية لأبحاث التربية البدنية وعلوم الرياضة.

